Über die geographische Verteilung der Niederschläge im diesseitigen Bayern

bei, durch Süd- u. Ostdepressionen (Vb) bedingten, Hochwasserwetterlagen

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

hohen Philosophischen Fakultät (II. Sektion)

der

Kgl. Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

eingereicht am 27. Januar 1914

von

Friedrich Lex.

Über die geographische Verteilung der Niederschläge im diesseitigen Bayern

bei, durch Süd- u. Ostdepressionen (Vb) bedingten, Hochwasserwetterlagen

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

hohen Philosophischen Fakultät (II. Sektion)

der

Kgl. Ludwigs-Maximilians-Universität zu M

eingereicht am 27. Januar 1914

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

von

Friedrich Lex.

München 1915.
In Kommission bei A. Buchholz.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547407_0054

Vorwort.

Meinen hochverehrten Lehrern, Herrn Professor Dr. von Drygalski und Herrn Direktor der K. B. Meteorologischen Zentralstation Dr. Schmauss, sage ich herzlichsten Dank für die Anregung zur Untersuchung der behandelten, für die Wetterkunde und für die Geographie Bayerns wichtigen Fragen und für die hiebei erteilten Ratschläge.

Bestens danke ich auch den Beamten der K. B. Meteorologischen Zentralstation und des K. B. Hydrotechnischen Bureaus, vor allem dem Vorstand desselben, Herrn Ministerialrat Hensel, für die erwiesene gütige Unterstützung besonders bei der Sammlung des Materials der Niederschlagsbeobachtungen.

Material und Art der Untersuchung.

Einleitung.

Die täglichen Wetterlagen und die damit zusammenhängenden Niederschläge werden in Europa zumeist von wandernden Luftdruckdepressionen bestimmt. Da ihre Ausbildung und ihre Wege sehr mannigfaltig sind, ist auch die Stärke und Verteilung der Niederschläge in den einzelnen Ländern grossem Wechsel unterworfen. Immerhin hat die Erfahrung gelehrt, dass bestimmte, gleichartige Depressionen gewissen Ländern fast immer von besonderer Gefährlichkeit werden können. Dies gilt vor allem von den Depressionen, welche die nach van Bebber mit Vb bezeichnete Zugstrasse verfolgen. Diese Zugstrasse ist schon an und für sich merkwürdig. Während nämlich die Depressionen auf den übrigen Hauptbahnen im allgemeinen eine westöstliche Richtung einschlagen, mit ihren Hauptkernen ausserhalb des Rumpfes von Europa bleiben und die Meere bevorzugen, zieht die Vb-Zugstrasse in südnördlicher Richtung und mitten durch den Kontinent. Sie führt von der nördlichen Adria zu den russischen Ostseeprovinzen über Flachland und Bergland hinweg.

Schon 1889 hat G. Hellmann (3. S. 19—21)[1]) darauf hingewiesen, dass bei verschiedenen Hochwasserlagen in den Sudetenländern die hiefür ursächlichen Witterungsverhältnisse durch Depressionen bedingt würden, deren Bahn der von van Bebber mit Vb bezeichneten Zugstrasse am meisten entsprechen würde. In dem grossen Werke: Meteorologische Untersuchungen über die Sommerhochwasser der Oder von G. Hellmann und G. von Elsner (1911) fand dann auch die obige Ansicht Hellmanns im Prinzip ihre Bestätigung. Es ergab sich, dass die untersuchten Hochwasserwetterlagen in fast allen Fällen durch Depressionen hervorgerufen wurden, welche von Süden heraufgezogen waren und hiebei mehr oder weniger vollständig die Vb-Zugstrasse verfolgt hatten. (7. S. 132 f.)

Was Bayern anlangt, das sich ja in grosser Nähe der Vb-Zugstrasse befindet, so hat K. Singer im 4. Heft der Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern vom Jahre 1890 die Gefährlichkeit der Depressionen jener Zugstrasse auch für Bayern erkannt.

Durch weitere Untersuchungen besonders über die Hochwasserkatastrophen der Jahre 1897 und 1899 (5. und 6.) und durch Hellmanns grosses Werk stellte sich dann unzweifelhaft heraus, dass ein und dieselbe Depression der Vb-Bahn fast gleichzeitig im Odergebiet und im Donaugebiet bedeutende Niederschläge und häufig verheerende Hochwasser verursachte, hier manchmal in noch grösserem Massstab als dort; es sei nur auf das gewaltige Hochwasser vom September 1899 hingewiesen.

Die Ausführungen über die Niederschlagsverteilung bei den von Hellmann behandelten Vb-Wetterlagen beschränken sich im Textteil von Hellmanns Werk im wesentlichen auf das Odergebiet. Der beigegebene Atlas enthält zwar Niederschlagskarten, welche ein weitaus grösseres Gebiet umfassen, nämlich noch das Gebiet der böhmischen Elbe, fast das ganze Weichselgebiet und das Donaugebiet von der Innmündung bis über Budapest hinaus. Im Westen reichen sie jedoch nicht viel über den 13.° östl. Länge von Greenwich hinaus. Deshalb enthalten sie auch von Bayern, das einen grossen Teil des Donaugebietes ausmacht, nur den südlichen Teil des Böhmerwaldes, den Hauptteil des Bayerischen Waldes und noch das von Donau und Inn gebildete Eckgebiet des Kreises Niederbayern. Aber auch diese Teile Bayerns sind auf den meisten Niederschlagskarten Hellmanns weiss gelassen worden. Als Grund wird angegeben (7. S. 38), dass in Bayern die Termine der Niederschlagsmessungen für die untersuchten Fälle nicht mit denen der östlichen Nachbarländer übereinstimmten. Nur bei zwei Fällen wurde jenes kleine Grenzgebiet Bayerns auch auf den Karten Hellmanns berücksichtigt, nämlich bei den Hochwasserwetterlagen vom Juni 1902 und Juli 1903, weil ab 1901 auch in Bayern der Morgentermin in der Niederschlagsmessung analog den preussischen und österreichischen Verhältnissen eingeführt worden ist.

Hellmanns Niederschlagskarten lassen also nur äusserst wenig von der gleichzeitigen Niederschlagsverteilung in Bayern erkennen. In den zwei Veröffentlichungen des Wiener Hydrographischen Zentralbureaus über die Hochwasser von 1897 und 1899 (5. u. 6.) wurde zwar textlich wie durch Niederschlagskarten die Niederschlagsverteilung bei diesen auch von Hellmann behandelten Fällen angegeben, aber nur für das eigentliche Donaugebiet; es blieb somit ein grösserer Teil Bayerns ausserhalb der Betrachtung, nämlich das ganze Gebiet westlich des Jura. Ausserdem muss angeführt werden, dass bei der Anlegung der Niederschlagskarten von der Arbeit über das Hochwasser von 1897 ein Fehler begangen wurde. Es wurden nämlich jene Unstimmigkeiten in den Beobachtungsterminen von Bayern und Österreich nicht beachtet, sondern die Abendablesungen von Bayern neben die Morgenablesungen von Österreich gesetzt und so zeitlich ungleichwertiges Material durch die Isohyeten verbunden.

Im ganzen liegen also über die Verteilung der von Vb-Depressionen in Bayern verursachten Starkregen nur wenige und nur teilweise Untersuchungen vor. Es erschien daher als eine wünschenswerte Aufgabe, eine eingehendere und sich auf das ganze diesseitige Bayern erstreckende Untersuchung der Verteilung jener Hochwasserregen zu versuchen.

---

[1]) Die Literaturnachweise wurden so gehandhabt, dass in Klammern innerhalb des Textes die Nummer des fraglichen Werkes im Literaturverzeichnis und die einschlägigen Seiten angegeben wurden.

Thema.

Als V b-Depressionen im eigentlichen Sinne werden gewöhnlich nur die Depressionen bezeichnet, welche von Italien heraufkommen. Nun haben aber Hellmanns Untersuchungen ergeben (7. S. 132 f.), dass manchmal die Hochwasserwetterlagen durch mehrere Depressionen, und zwar neben eigentlichen V b-Depressionen gleichzeitig auch durch solche Depressionen mitbedingt wurden, die von der Balkanhalbinsel stammten oder sich erst über Ungarn entwickelt hatten und dann auf der V b-Bahn nordwärts gezogen waren, somit diese nur teilweise, nämlich etwa von Mähren ab benutzt hatten. Demnach kommt nicht allen an den Hochwasserwetterlagen beteiligten Depressionen der eigentliche Name V b-Depression zu.

Um aber für sämtliche in Frage kommenden Depressionen eine zusammenfassende Bezeichnung zu gewinnen, mögen sie nach der Lage, die sie zu Bayern eingenommen haben, benannt werden, nämlich Süd- und Ostdepressionen.

Das Thema der folgenden Untersuchung soll also lauten: Über die geographische Verteilung der Niederschläge im diesseitigen Bayern bei, durch Süd- und Ostdepressionen (V b) bedingten, Hochwasserwetterlagen.

Beispiele.

Beispiele konnten vor allem den im Werke Hellmanns behandelten Wetterlagen entnommen werden und kamen als solche besonders in Betracht; denn von ihnen lagen ja bereits in der Arbeit Hellmanns eingehende Analysen und genaue Luftdruckkarten vor, die für das Studium von Niederschlagskarten unumgänglich notwendig sind.

Als dann vom Verfasser ausserdem noch die synoptischen Wetterkarten der seit Oktober 1879 bestehenden Meteorologischen Zentralstation in München einer Durchsicht unterzogen wurden, ergaben sich noch einige wenige Fälle mehr, welche ebenfalls für Bayern durch Süd- und Ostdepressionen bedingte Hochwasserwetterlagen bedeuteten und in grossen Niederschlagsmessungen zum Ausdruck kamen.

Die mit den von Hellmann behandelten Wetterlagen übereinstimmenden Beispiele waren folgende durch bestimmte Niederschlagsperioden in Bayern gekennzeichneten Fälle[1]):

1. die Niederschlagsperiode vom 2. bis 4. August 1888
2. „ „ „ 16. bis 19. „ 1888
3. „ „ „ 30. August bis 3. September 1888
4. „ „ „ 26. Juli bis 29. Juli 1889
5. „ „ „ 2. bis 3. Oktober 1889
6. „ „ „ 29. August bis 5. September 1890
7. „ „ „ 3. bis 8. Juni 1892
8. „ „ „ 14. bis 18. März 1894
9. „ „ „ 30. April bis 5. Mai 1896
10. „ „ „ 13. bis 17. Mai 1897
11. „ „ „ 27. Juli bis 1. August 1897
12. „ „ „ 10. bis 14. September 1899
13. „ „ „ 15. bis 19. Juni 1902
14. „ „ „ 8. bis 11. Juli 1903.

Die aus den Wetterberichten der K. B. Zentralstation München gewonnenen Beispiele waren noch:

15. die Niederschlagsperiode vom 1. bis 4. September 1881
16. „ „ „ 30. August bis 3. September 1910
17. „ „ „ 16. bis 20. Mai 1911.

Die untersuchten Fälle verteilen sich demnach auf die Jahreszeiten folgendermassen:

6 Frühjahrs-
6 Sommer-
5 Herbstfälle
kein Winterfall.

[1]) Der Umfang der Niederschlagsperioden ist auf das Donaugebiet bezogen und stimmt deshalb nicht immer mit dem von Hellmann für das Odergebiet aufgestellten (7. S. 16.)

Die Anlegung der Niederschlagskarten.

Die nächste Aufgabe war die Anlegung von Niederschlagskarten. Hiebei musste es als wünschenswertes Ziel erscheinen, diese mit den bereits vorhandenen, sich östlich an Bayern anschliessenden Karten Hellmanns zeitlich in möglichste Übereinstimmung zu bringen. Dadurch konnte nicht nur das Bild der Niederschlagsverteilung bei jenen Wetterlagen erweitert werden, sondern auch für die Erklärung der Niederschlagsverteilung in Bayern die gleichzeitigen Karten Hellmanns als wertvolles Vergleichsmaterial benutzt werden.

Nun geben die täglichen Niederschlagskarten bei Hellmann jene Niederschlagsmengen an, die am Morgen eines Tages (7 a) von den verflossenen 24 Stunden gemessen worden sind. Die in Bayern aber vor 1901 veröffentlichten täglichen Regenmengen umfassten die Zeit vom Abend eines Tages bis zum vorhergehenden Abend. Die täglichen Regenmessungen bezogen sich also beiderseits auf verschiedene Zeitabschnitte.

Wie dieser missliche Umstand, der Hellmann an der Benützung des bayerischen Materials hinderte, glücklicherweise beseitigt werden konnte — es handelt sich um nicht weniger als um 12 von den 14 gewählten Beispielen Hellmanns —, geht aus folgendem hervor. Jene veröffentlichten täglichen Regenmengen von Bayern ergaben sich nicht aus einer einmaligen Messung am Abend, sondern bildeten die Summe einer Morgenablesung (8 a) und einer Abendablesung (8 p). Diese täglichen Doppelmessungen konnten nun aus den Beobachtungstabellen, welche in der meteorologischen Zentralstation aufbewahrt sind, entnommen werden. Der Verfasser, dem dieses wichtige Material zur Verfügung stand, brauchte dann für die Zwecke der Arbeit die täglichen Doppelmessungen nur entsprechend summieren. Dies geschah dadurch, dass zur Abendmessung des Vortags die Morgenmessung des nächsten Tages gezählt wurde. Die Summe, die sich dann um 8 Uhr früh ergab, umfasste dann ebenso die Zeit vom Morgen eines Tages bis zum vorhergehenden Morgen, wie dies bei den Werten auf den Karten Hellmanns der Fall ist. Immerhin ergab sich auch jetzt noch ein kleiner zeitlicher Unterschied zwischen den Niederschlagswerten auf den Karten Hellmanns und den bayerischen Karten. Während sich jene auf 7 Uhr früh beziehen, handelt es sich bei den bayerischen Karten um 8 Uhr früh. Dieser Umstand musste nun in Kauf genommen werden. Für die Niederschlagskarten der Fälle von 1902 und 1903 fällt indes der obige Unterschied weg, da damals auch in Bayern die einmalige Morgenmessung, und zwar im allgemeinen um 7 a in Betracht kam.

Ungünstiger aber erschien der Umstand, dass manchmal in der Messungszeit der bayerischen Stationen selbst Differenzen vorkamen. Das war jedoch erst von 1899 ab der Fall. Die vor 1899 in Bayern vorhandenen Niederschlagsstationen, welche damals der Meteorologischen Zentralstation unterstellt waren und sich aus solchen zusammensetzten, welche nur den Niederschlag zu messen hatten, und solchen, die als meteorologische Stationen überhaupt die verschiedenen meteorologischen Elemente beobachteten, massen nämlich beiderseits noch einheitlich um 8 Uhr morgens und 8 Uhr abends.

1899 wurde dann in München das hydrotechnische Bureau errichtet zur Beobachtung der Wasserstandsbewegungen der bayerischen Gewässer und der sie bedingenden Niederschlagsverhältnisse. Zu diesem Zwecke musste das bestehende Netz von Niederschlagsstationen erweitert werden. Dies geschah durch Errichtung von 117 neuen Stationen. Ihre Bedienung übernahmen meist Strassenwärter. Diese stellten nun je nach Antritt ihres Dienstweges im Sommer ihre Morgenmessungen entweder meist schon um 6 oder manchmal um 7 Uhr an gegenüber den um 8 Uhr früh messenden meteorologischen Stationen. Der 8-Uhr-Abendtermin jedoch wurde auch von den Strassenwärtern mit wenigen Ausnahmen gemeinsam eingehalten. Wenn man nunmehr die Doppelablesungen der meteorologischen Stationen und der hydrotechnischen Stationen auf den Morgentermin summierte, so konnte durch das Schwanken desselben zwischen 6 und 8 Uhr sich in der Datierung der Summe ein Zeitunterschied von 2 Stunden ergeben. Dies war z. B. für die Niederschlagsperiode vom September 1899 der Fall.

Als dann von 1901 an von sämtlichen Niederschlagsstationen Bayerns nur einmal mehr im Tage, nämlich in der Frühe, der Niederschlag gemessen wurde, und zwar von den meteorologischen Stationen im allgemeinen um 7 Uhr, von den hydrotechnischen Stationen aber aus dem oben angeführten Grunde wieder meist um 6 a, war zwar auch jetzt noch ein Zeitunterschied die Folge, aber nur mehr von einer Stunde.

Abweichungen bis zu einer Stunde stellten sich auch bei der Konstruktion der Niederschlagskarten Hellmanns ein, besonders was das österreichische Material betraf. Diese Abweichungen wurden aber notgedrungen als belanglos angesehen (7. S. 38).

Solange es sich wie bei den behandelten Fällen um tagelang andauernden Regen handelte, mass, wenigstens innerhalb der Niederschlagsperiode selbst, sowohl der Beobachter des 7-Uhr- wie auch der des 8-Uhr-Termins einen 24stündigen Niederschlag. Ob nun in der einen Stunde oder in den zwei (1899), welche die 24stündigen Messungen manchmal auseinanderlagen, die Niederschlagsdichte etwas variierte, konnte bei dem geringen Ausmass nicht in Betracht kommen, besonders gegenüber allenfallsigen Messungsungenauigkeiten der Beobachter.

Anders verhält sich aber die Sache, wenn es sich um den Beginn oder das Ende der Niederschlagsperiode handelte. Falls nämlich der oft stark einsetzende Niederschlag erst Vormittag oder später begann und dann andauerte, musste am nächsten Tag die 8-Uhr-Station mehr Niederschlag messen als die Station, welche bereits um 6 Uhr mit ihrer Messung begann. Ähnlich musste am Ende der Niederschlagsperioden die 6-Uhr-Station begünstigt sein, da dieselbe zwei Stunden vor der 8-Uhr-Station den letzten Niederschlagszeitraum angesetzt hatte.

Solche Zeitdifferenzen müssten nun besonders dann berücksichtigt werden, wenn man lokale Einflüsse auf die Niederschlagsmenge in kleinerem Massstabe verfolgen will. In diesem Falle wäre auch ein Studium der Anlagen der verschiedenen Stationen notwendig. In der vorliegenden Arbeit war es vor allem darum zu tun, ein allgemeines Bild der Niederschlagsverteilung bei den angeführten Niederschlagsperioden zu erhalten. Auf Grund der sich hiebei ergebenden Regelmässigkeiten kann dann erst auf das Studium von auftretenden, vielleicht lokal bedingten Auffälligkeiten in der Regenverteilung eingegangen werden. Doch wurden jene angeführten Zeitdifferenzen auch in unserer Untersuchung dann berück-

sichtigt, wenn es sich darum handelte, ob nordbayerische Stationen innerhalb oder ausserhalb der »O«-Isohyete zu liegen kommen sollten. Wenn z. B. der Niederschlag dort erst nach 6 Uhr früh einsetzte, konnte ihn der Beobachter des 6-Uhr-Termins nicht mehr messen, was aber der Fall gewesen wäre, wenn es sich um den 8-Uhr-Termin gehandelt hätte. In solchem Falle musste nun jene Station o mm messen; die Nachbarstation mit 8-Uhr-Termin aber verzeichnete Regen. Auf den Niederschlagskarten wurde deshalb bei den fraglichen Stationen die notwendige Korrektur vorgenommen.

Um nun das gesamte Material der Regenmessungen besser überblicken, die nötigen Korrekturen ausführen und jene Umrechnung der Tagesmessungen leichter bewerkstelligen zu können, wurden die Originalaufzeichnungen der Beobachter erst auf Tabellen übertragen, auf welchen die bayerischen Stationen nach den einzelnen Landschaften zusammengestellt waren. Hiebei wurden aber nicht nur die Niederschlagswerte allein entnommen, sondern auch alle Bemerkungen der Beobachter über die jeweilige Witterung, damit daraus leichter ein zusammenhängendes Bild derselben in den verschiedenen Landschaften Bayerns gewonnen werden konnte. Besonders gilt jenes von den Beobachtungen der meteorologischen Stationen.

Um welch umfangreiche Arbeit es sich schon hier handelte, erhellt nicht nur aus der Zahl der Niederschlagstage bei den einzelnen Perioden, sondern auch aus der Anzahl der Stationen, die sich besonders von 1899 an von Jahr zu Jahr bedeutend vermehrt hatten.

Die Anzahl der benutzten bayerischen Stationen bei den behandelten Fällen war folgende:

	Südbayern:	Nordbayern:	Summa:
1. Anfang September 1881	17	13	30
2. Anfang August 1888	29	14	43
3. Mitte August 1888	29	14	43
4. Anfang September 1888	29	14	43
5. Ende Juli 1889	34	17	51
6. Anfang Oktober 1889	34	17	51
7. Anfang September 1890	34	15	49
8. Anfang Juni 1892	36	18	54
9. Mitte März 1894	30	27	57
10. Anfang Mai 1896	40	38	78
11. Mitte Mai 1897	50	43	93
12. Ende Juli 1897	48	46	94
13. Mitte September 1899	97	105	202
14. Mitte Juni 1902	151	132	283
15. Mitte Juli 1903	157	140	297
16. Anfang September 1910	230	200	430
17. Mitte Mai 1911	236	209	445.

Was die Verteilung der Stationen auf die einzelnen Landschaften Bayerns anlangt, so ist der Umstand misslich, dass vor 1899 die Anzahl der Stationen besonders im orographisch mannigfaltigen Nordbayern nur eine geringe war, vor allem in den Mittelgebirgen. Eine Ausnahme bildet relativ nur der Bayerische Wald und der südliche Böhmerwald. Vom nördlichen Böhmerwald, vom Fichtelgebirge und Frankenwald fehlten die Stationen manchmal vollständig.

Die Kartengrundlage für die zu zeichnenden Niederschlagskarten bildete die vom bayerischen hydrotechnischen Bureau angefertigte Karte der Niederschlagsstationen und Pegelstationen Süddeutschlands nach dem Stand vom 1. September 1904 im Massstab 1 : 1,000000. Ausser den süddeutschen Stationen sind dort noch die der Schweiz und Österreichs aufgenommen, soweit sie zum Stromgebiet des Rheins einerseits und zum Stromgebiet der Donau bis zur Einmündung der österreichischen Traun andererseits gehören. Südwärts reicht demnach die Karte bis zu den Hauptkammketten der Alpen. Es sind aber auch noch einige Stationen jenseits derselben auf der Karte eingetragen, deren jeweilige Niederschlagswerte in wertvoller Weise einen Einblick in die Niederschlagsverhältnisse jenseits des Alpenkammes gewährten.

Manchmal mussten Stationen von Bayern, welche vor 1904 wieder eingegangen waren, oder solche, welche nach dem Stand vom 1. September 1904 noch nicht errichtet waren, erst eingezeichnet werden.

Auf diesen Stationskarten wurden nunmehr, was die bayerischen Verhältnisse anlangt, nicht nur die Niederschlagsmengen eingetragen, sondern bei den meteorologischen Stationen auch noch Windrichtung und Windstärke, wie sie früh, mittags und abends oder nur früh und abends beobachtet worden sind. Hiebei fanden sowohl die Bodenwinde wie die Höhenwinde Aufnahme. Letztere konnten aus den Angaben über den Wolkenzug entnommen werden. Ausserdem wurden auf den Karten noch Schneefall vermerkt, dann das Auftreten von Gewittererscheinungen und schliesslich noch nach Möglichkeit auf den einschlägigen Karten der Beginn und das Ende des Niederschlags.

Um die Isohyeten an den politischen Grenzen, besonders im Osten und Süden gegen das Tiefdruckgebiet hin, nicht enden lassen zu müssen und um ihren Verlauf an den Grenzen besser gestalten zu können, fand auch eine Eintragung der Regenmengen der nächstgelegenen Stationen der Nachbarländer statt. Da dann zu Bayern nur ein kleiner Teil der Alpen gehört, diese aber als Hauptherde der Hochwasserfluten bekannt sind, erschien es zweckdienlich, auf den Karten auch die Niederschlagsverteilung von Tirol, soweit es zum Donaugebiet gehört, und schliesslich auch vom österreichischen Alpenvorland, soweit dieses auf den zugrundeliegenden Karten enthalten ist, in die Betrachtung miteinzubeziehen. Die Niederschlagswerte jener Gebiete wurden aus den Jahrbüchern des hydrographischen Zentralbureaus in Wien (seit 1893) entnommen. Hiebei war zu beachten, dass die österreichischen Stationen die am Morgen eines Tages gemessenen Niederschlagsmengen mit dem Datum des Vortags zu versehen pflegen, weshalb eine Umdatierung vorzunehmen war.

Was das Ziehen der Isohyeten auf den Karten anlangt, so richtete sich dasselbe in erster Linie nach den gegebenen Niederschlagsmengen. Etwaige Beeinflussungen des Isohyetenverlaufs durch Täler und Becken wurden nur bei auffallenden Niederschlagsverhältnissen berücksichtigt. Eingehender kann diesem Umstand erst Rechnung getragen werden bei Einzeluntersuchungen und wenn man erst über die allgemeinen Gesetze der Niederschlagsverteilung bei den behandelten Wetterlagen orientiert ist.

Hinsichtlich der Isohyeten über den Alpen ist zu betonen, dass dieselben in der Regel nur die Niederschlagsmengen der Talstationen verbinden, also in der Hauptsache nur ein Bild von deren Niederschlagsverhältnissen bieten. Und selbst dieses ist sehr unsicher, da in den Regenmengen der Talstationen lokale Faktoren besonders mitwirken und daher den Isohyetenzug wesentlich beeinflussen.

Die Niederschlagsbeträge der alpinen Hochstationen wurden gewöhnlich aus dem allgemeinen Isohyetenbild herausgenommen, da sich dies durch die meist stark auffallenden Differenzen der Niederschlagsmengen von Berg- und Talstationen als notwendig erwies.

Was dann die Isohyetenstufen betrifft, so wurden dieselben, damit sich ein möglichst enger Anschluss an die Karten Hellmanns ermöglichte, meist ähnlich gewählt wie hier. Im allgemeinen wurden bis 60 mm Niederschlag Stufen von 10 zu 10 mm angewendet, von 60—100 mm solche von 20 mm, und über 100 mm noch grössere Stufen. Für Nordbayern war es meistens notwendig, noch eine 5-mm-Isohyete einzuschieben.

Im ganzen wurden für die angegebenen Niederschlagsperioden von 1888—1903 64 Niederschlagskarten gezeichnet und in einem Atlas vereinigt. Die Karten, die sich meist auf die Hauptniederschlagstage beschränken, setzen sich zusammen aus täglichen Niederschlagskarten, und zwar meist solchen von 24stündiger Beobachtungszeit, für den Fall von 1899 auch aus solchen von 12stündiger Beobachtungszeit, und dann noch aus Summenkarten. Für die aus den täglichen Wetterkarten entnommenen Fälle von 1910 und 1911 wurden nur Entwurfskarten angelegt, 8 Stück, um wenigstens in statistischer Hinsicht über die Niederschlagsverteilung orientiert zu sein. Für den Fall von 1881 genügte zu dem gleichen Zwecke bei der geringen Anzahl von Stationen die Gruppierung derselben nach den einzelnen Landschaften Bayerns auf den Tabellen.

Die Untersuchung der Niederschlagskarten.

(Hauptgesichtspunkte.)

Nach der sehr viel Zeit in Anspruch nehmenden Anfertigung der Niederschlagskarten galt es, nach den Hauptgesetzen der dort zum Ausdruck kommenden Niederschlagsverteilung zu forschen. Zu diesem Zwecke war ein eingehendes Studium der die Niederschlagsperioden bedingenden Wetterlagen notwendig. Die Möglichkeit hiezu boten die eingehenden Auslegungen derselben im Werke Hellmanns und die dort enthaltenen zahlreichen Isobarenkarten. Dieselben sind manchmal für drei Termine, für 7 a, 2 p und 9 p ein und desselben Tages angelegt und weisen Isobarenstufen von nur 1 mm auf. Da die Karten im Massstab 1 : 3,500.000 ein Gebiet umfassen, welches sich fast von Paris im W bis über Lemberg im E und von Christiania im N bis Florenz im S erstreckt, nimmt Bayern darauf einen mittleren Platz ein und dürften deshalb die Karten zur Betrachtung der Luftdruckverhältnisse über Bayern sicherlich genügen. Die Süd- und Ostdepressionen wurden nämlich in der Regel für Bayern erst dann gefährlich und verursachten dort stärkere Niederschläge, wenn sie näher an Bayern herangekommen waren, somit auf jenen Luftdruckkarten bereits ersichtlich waren.

Mit Hilfe dieses wertvollen Materials Hellmanns wurde jede Niederschlagsperiode eingehend nach den Luftdruck- und Niederschlagsverhältnissen beschrieben, und zwar, wie es bei Hellmann mit Schlesien der Fall ist, mit Bayern im Mittelpunkt der Betrachtung. Die Hauptpunkte waren hiebei, was die Luftdruckverhältnisse anlangt: die Wetterlage im allgemeinen, die Lage des Depressionsgebietes und seiner Kerne zu Bayern, die Höhe des Luftdrucks, der Verlauf der Isobaren über Bayern und die Grösse des Gradienten. Daran schlossen sich eine Betrachtung der täglichen Windrichtungen und der Windstärke und gegebenenfalls Angaben über das Auftreten von Gewittern.

Den eigentlichen Abschnitt über die Niederschlagsverhältnisse leiteten, wenn möglich, Ausführungen über den Niederschlagsbeginn, über die Niederschlagsart und Niederschlagsstärke ein. An die Angaben der allgemeinen Verteilung der täglichen Niederschlagsmengen reihte sich dann eine Betrachtung der Hauptregengebiete und die Anführung von einzelnen Gebietsteilen, bei denen die Ausgestaltung der Niederschlagsmengen mit grosser Wahrscheinlichkeit auch wesentlich von orographischen Faktoren mitbedingt wurde. Hier war auch der Platz, das Verhältnis der Niederschlagsbeträge von Berg- und Talstationen anzuführen. Den Abschluss der Ausführungen über die einzelnen Niederschlagsperioden bildet die Betrachtung der Niederschlagssumme. Auch hier wurden erst die Niederschlagsverteilung im allgemeinen behandelt, dann die Maximalgebiete des Niederschlags und die Einwirkung der Orographie auf die Niederschlagsmenge einzelner Gebiete.

Hier ungeschmälert die Ausführungen über sämtliche Niederschlagsperioden mitzuteilen, würde häufig eine oftmalige Wiederholung von gleichartigen Tatsachen bedeuten, die im einzelnen bei dem einen Fall mehr, beim andern Fall weniger klar zur Ausbildung gelangt waren.

Um von den 14 in obiger Art eingehender bearbeiteten Fällen ein Beispiel zu geben, sei die Niederschlagsperiode von Mitte September 1899 angeführt, nicht nur deshalb, weil es sich bei derselben um ein für das nördliche Alpenvorland besonders katastrophales Ereignis handelt, sondern auch wegen der gerade bei ihr recht deutlich zum Ausdruck kommenden eigenartigen Niederschlagsverteilung, wie sie die behandelten Wetterlagen in Nord- und Südbayern bedingten.

Diesem Beispiel möge sich dann ein allgemeiner Teil anschliessen, welcher einen Überblick über das Ergebnis der sämtlichen untersuchten Fälle geben will.

Die Niederschlagsperiode von Mitte September 1899.

Am 8. September 1899 abends und in der Nacht zum 9. September traten, wie schon am 6. früh und nachmittags und dann am 7. nachmittags und abends, in Bayern abermals Gewitter auf, jedoch von stärkeren Niederschlägen begleitet als vorher, besonders in Südbayern. Hier wurden am 9. früh auf der Hochebene etwa von der Breite Münchens ab bis zum Gebirge 10 mm und in den Bergen südwärts zunehmend bis 30 mm im allgemeinen gemessen. Vereinzelt ergaben sich höhere Beträge wie in Bad Kreuth mit 36.5 mm und in Hohenburg bei Lenggries mit 44.2 mm.

Diese in Südbayern vielenorts eingetretene Niederschlagssteigerung wurde bedingt durch das NNEwärtsziehen einer Depression über Ungarn. Diese lag, schon am 8. September mittags als selbständige Depression erkennbar, abends im südwestlichen Teil von Ungarn (Hellmann, Atlas, Tafel 41, 16b) und am 9. früh (H. T. 41, 16c) mit einem Kern von 755 mm bereits über Nordungarn (7. S. 101). Gleichzeitig war auch ein im W Mitteleuropas befindlicher Hochdruck erstarkt und nach E vorgedrungen. München befand sich am 9. früh westlich der 763-mm-Isobare, die wie die benachbarten Isobaren Bayern von NW nach SE durchzogen.

Die ungarische Depression zog nun nicht den bereits eingeschlagenen NE-Weg weiter, sondern wandte sich nach SE und lag am Abend des 9. September bereits über Rumänien. An Stelle der gefährlichen Ostdepression gewann die Herrschaft über die Witterung Bayerns eine über Skandinavien gelegene Norddepression. Diese war im Laufe des 9. südwärts vorgedrungen und hatte am 10. früh ihr Zentrum über dem Kattegatt liegen. (H. T. 41, 16d.)

Im Laufe des 10. September gewann dann der westliche Hochdruck besonders über dem nordwestlichen Mitteleuropa 10.–11. Sept.
an Raum und schob das nördliche Minimum ESE wärts vor. Dieses lag nunmehr am 11. früh (H. T. 41, 16 f.) bereits an der Odermündung und bildete jetzt ein Teilminimum einer von S heraufkommenden grossen Depression, deren Kern mit einer Tiefe von 749 mm an der ungarisch-rumänischen Grenze sich befand. Das rumänische Minimum vom Vortag war in dieser Hauptdepression aufgegangen; auch ein Mittelmeertief, das bereits am 9. früh auf der Luftdruckkarte bemerkbar war, stand mit dem Haupttief in Zusammenhang. Am 11. früh war demnach ganz Ostdeutschland, Österreich-Ungarn und Italien ein grosses Gebiet niedrigen Luftdrucks (unter 760 mm), dem über Frankreich und Westdeutschland mit fast ganz Bayern ein solches hohen Luftdrucks gegenüberstand (über 760 mm). Die Hochdruckisobaren verliefen durch Nordbayern und den nördlichen Teil von Südbayern NW/SE lich. Im südlichen Teil Südbayerns aber erhielten sie fast west-östliche Richtung und bildeten am Alpenrand mit den von SW herautkommenden Alpenisobaren einen nach E in das Tiefdruckgebiet vordringenden Keil. (Das Bild eines ähnlichen Luftdruckkeils bietet die Textfigur auf S. 18.)

Mit dem Auftreten der erwähnten Hauptdepression im SE kam für die Bewegung der Luftmassen über Bayern ein einheitlicher Faktor auf.

In Südbayern herrschte schon am Vormittag des 10. September in der Luftbewegung die Tendenz vor, auf das Tiefdruckgebiet im S und SE der Alpen zu reagieren. Am Nachmittag trat dann am Alpenrand eine Änderung der nordwest-südöstlichen Windrichtung in eine west-östliche ein, eine Erscheinung, die sich bis zum 11. früh etwa bis in die Breite von München geltend machte.

In Nordbayern, in dem noch am 10. vormittags und nachmittags die Westwinde überwogen, abhängig von dem noch selbständigen Nordminimum, wurden am 10. abends vielfach und vollends am Morgen des 11. an den meisten Stationen NW-Winde beobachtet; dies war ein Anzeichen, dass jetzt auch die Luftmassen über Nordbayern dem allgemeinen Strömungssystem des südöstlichen Haupttiefs angehörten. Sie hatten jetzt mit den Luftmassen über Südbayern in ihrer Bewegung eine zusammenhängende gemeinsame Richtung.

Mit der Zunahme des Luftdruckgradienten infolge Annäherung des Südosttiefs war auch eine Steigerung der Windgeschwindigkeit erfolgt. Diese war in Südbayern am Alpenrand von ganz besonderem Ausmass. Während am 10. und am Morgen des 11. in Nordbayern eine Windstärke von 2—4 die Regel bildete und nur vereinzelt eine solche von 6 beobachtet wurde, herrschten in Südbayern von der Donau ab, in deren Gebiet eine geringere Windstärke zu konstatieren war, bereits Winde von der Stärke 4 vor, die dann südwärts sich noch steigerte. Die Sternwarte in München verzeichnete an allen 4 Terminen Windstärke 5—6; die Station auf dem Hohenpeissenberg meldete W_8, W_7, W_8, W_7, in Tegernsee W_{10}, W_8, W_4, W_{10}, auf dem Hirschberg W_8, W_8, W_2, W_8 und auf dem Wendelstein W_5, W_6, W_7 und W_6. Die in den Gebirgstälern abgeschlossen gelegenen Stationen hatten im Gegensatz zu den Alpenvorlandsstationen nur schwache und variable Winde, zeitweise sogar Windstille.

Wie schon an den Vortagen traten auch am 10. in Bayern Gewitter auf, und zwar im allgemeinen wieder in den Nachmittagsstunden, wobei bemerkenswert ist, dass ihre Eintrittszeit von Nord- nach Südbayern sich verzögerte.

Während nun die Niederschläge vor dem 10. hauptsächlich eine Begleiterscheinung der Gewitter bildeten und mit diesen periodisch auftraten, leitete sich in der Nacht zum 10. September eine Landregenperiode ein, die dann im allgemeinen in ganz Bayern mit kurzen Unterbrechungen mehrere Tage fortdauerte. Am 10. nachmittags setzte bei einigen hochgelegenen Stationen Bayerns auch Schneefall ein; so meldete hievon der Beobachter auf dem Wendelstein; das über 860 m hoch gelegene Kaltenbrunn östlich Partenkirchen verzeichnete ebenfalls schon nachmittags Schneefall; auch vom Böhmerwald wurde berichtet, dass sich die Arberkuppe verschneit zeigte.

Die Niederschlagsmengen, die von den vorhergehenden 24 Stunden am 11. September früh zur Messung gelangten, wiesen folgende Verteilung auf.

Von Nordbayern zeigte sich der westliche Teil am stärksten überregnet, und zwar nahmen hier die Beträge von W nach E ab. Rothenburg, vor der Frankenhöhe gelegen, mass 30.5 mm, Ansbach östlich derselben 19.7 mm und Nürnberg schon nur mehr 7.2 mm. Die meisten Stationen östlich des NW—SE ziehenden Steilrandes des Jura verzeichneten

ebenfalls nur unter 10 mm. Vom östlichen Nordbayern bildeten nur die Stationen des Fichtelgebirges und des Frankenwaldes ein zusammenhängendes Gebiet von über 10 mm. Ausserdem hatten noch die südlichen Teile des Bayerischen Waldes und des Böhmerwaldes solche Beträge aufzuweisen.

Im Gegensatz zu Nordbayern wurde fast ganz Südbayern von der 10-mm-Isohyete eingeschlossen. Hier war die Regenverteilung so, dass die südliche höhere Hälfte sich durch grösseren Regenreichtum auszeichnete als die nördliche niedrigere Hälfte. Während aber westlich der Loisach die 20-mm-Summen erst im Alpenrandgebiet einsetzten, treffen wir diese östlich der Loisach bereits in der Breite von München. Die 20- wie die 30-mm-Isohyete bogen an der Loisach-Isar von W-E nach S-N um. In der Gegend von München verliefen dieselben dann wieder west-östlich. Das Hauptniederschlagsgebiet lag über den Kalkalpen. Vom Wertachquellgebiet erstreckte sich nämlich eine Regenzone von durchschnittlich über 40 mm west-östlich bis Reichenhall. Dieselbe wies einige Regeninseln auf von über 50 und über 60 mm. Noch im südlichen Teile der Kalkalpen nahm die Niederschlagsmenge auf 30 mm ab und verminderte sich dann südwärts immer mehr. Südlich des Alpenkamms verzeichneten die Stationen zumeist unter 5 mm.

Bei einer erklärenden Vergleichung der Niederschlagsverteilung in Nord- und Südbayern ist vor allem darauf aufmerksam zu machen, dass für beide Teile erst in der Nacht zum 11. September die Luftmassen eine zusammenhängende gemeinsame Strömungstendenz aufwiesen. Am 10. September standen ja die Luftschichten über dem nördlichen Bayern noch unter dem Einfluss der selbständigen Norddepression. Die Niederschlagsverteilung war deshalb in Nordbayern zum wesentlichen Teil von der Norddepression bedingt, und zwar von den von ihr abhängigen W- und SW-Winden. In Südbayern nahm die Niederschlagsmenge im allgemeinen von NW nach SE zu; die Isohyeten verliefen also im allgemeinen übereinstimmend mit den Isohypsen.

Eine Beeinflussung der Regenmenge durch die Orographie im einzelnen kommt auf der Karte in einigen Beispielen klar zum Ausdruck. Während die schwäbische Alb Beträge von 10 bis 20 mm aufwies, verzeichnete das Donautal von Ulm bis Sigmaringen und die schwäbische Hochebene bis etwa 50 km südostwärts nur unter 10 mm. Auch die Senke des Donauriedes bei Höchstädt machte sich in einer negativen Regeninsel von unter 10 mm geltend. Die angeführten Gebietsteile lagen alle im Regenschatten der Rauhen Alb. Andererseits fallen durch positiven Unterschied auf gegenüber der Umgegend der Spessart und die Rhön mit über 20 mm sowie das schon erwähnte Fichtelgebirge und der Frankenwald mit über 10 mm.

Eine Merkwürdigkeit in der Verteilung der Niederschlagsmengen kam darin zum Ausdruck, dass die Höhenstationen in den Alpen merklich weniger Niederschlag aufzeichneten als die naheliegenden Talstationen, so Hirschberg 16.0 und Wendelstein 11.6 gegen 53.2 in Wildbad Kreuth und 40.5 mm in Tegernsee; in Tirol mass die Station auf dem Kitzbüheler Horn 8.6 gegen Kitzbühel selbst mit 30.0 mm und der Untersberg mit 13.4 mm gegen 30.5 mm in Salzburg. Aber auch im Böhmerwald fand sich diese Erscheinung. So meldete dort die Arberseestation, wenn kein Messungsfehler vorliegt, 8.9 mm in einer Höhe von 934 m gegen 23.8 mm des 840 m hoch gelegenen Schachtenbach.

Sept. Im Laufe des 11. September verschob sich der Kern des Haupttiefs nordwärts. Am Abend lag er bereits über dem südlichen Polen (H. T. 41, 16 g). „In der Nacht zum 12. September bog die Depression plötzlich nach SW um und befand sich am Morgen dieses Tages im südlichen Mähren.“ (7. S. 102.) Bis zum 11. abends hatte der Luftdruck über Bayern abermals eine Steigerung erfahren. München verzeichnete jetzt über 763 mm gegen über 762 mm am Morgen. Am nächsten Tag, dem 12. September früh, zeigte der Luftdruck über Bayern zwar wieder eine kleine Abminderung (H. T. 42,16 h). Diese wurde aber durch die bedeutende Annäherung des Tiefs bei weitem aufgewogen, so dass der Luftdruckgradient im Gegenteil noch eine Verstärkung aufwies. Die Isobaren auf der Rückseite der Depression hatten über Norddeutschland einen fast nord-südlichen Verlauf, über Böhmen und Bayern ging derselbe in einen nordwest-südöstlichen über. Am Alpenrand jedoch bildeten die Isobaren mit den von SW heraufkommenden Alpenisobaren wieder einen in das Depressionsgebiet ostwärts vorspringenden Keil.

In den ganzen 24 Stunden vom 11. September früh bis 12. September früh war nunmehr die östliche Hauptdepression allein der Hauptfaktor für die Luftbewegung über Süd- und zugleich über Nordbayern. Dieses nun war fast durchweg vom NW beherrscht, wie auch der nördliche Teil von Südbayern. In dessen südlichem Teil aber, etwa von der Breite von München an, traten an Stelle der NW-Winde wieder die W-Winde.

Die Windstärke zeigte am 11. noch keine besondere Veränderung in beiden Teilen Bayerns wie in ihrem Verhältnis zueinander. Die Gradientverstärkung in der Nacht zum 12. aber kam in den Windbeobachtungen dadurch zum Ausdruck, dass fast an allen bayerischen Stationen am 12. früh die am Vorabend beobachtete Windstärke um die Hälfte vermehrt oder gar verdoppelt zur Aufzeichnung gelangte. Die heftigsten Winde meldeten wieder die Stationen des Alpenrandgebietes, so Hirschberg mit W_8, W_6, W_4, W_8, Wendelstein W_6, W_5, W_4, W_5, Tegernsee W_{10}, W_6, W_2, W_{10}. Was die Donautalstationen anlangt, so gaben zwar Metten und Regensburg Windstärke 2 an, Ingolstadt aber 4—6. Auffallend war Karlshuld im Donaumoos südlich Ingolstadt, das nur am 11. abends Luftbewegung verzeichnete, nämlich W_2, sonst aber Windstille hatte. Die Gebirgsstationen hatten ebenfalls nur schwache Winde.

Wie an den Vortagen so blieben auch am 11. Gewitterbeobachtungen nicht aus. Solche wurden, wenn auch in geringer Zahl, in Nordbayern und in Südbayern gemacht, und zwar an den Nachmittagsstunden.

Was den Niederschlag betrifft, so setzte sich dieser in Südbayern mit kurzen Unterbrechungen fort; im südlichen Teil desselben fiel der Niederschlag an einzelnen Stationen am Rand und im Innern des Gebirges fast unaufhörlich. In Nordbayern waren die Regenpausen länger. Auf dem Jura und westlich von ihm regnete es überhaupt nur einige Stunden, sonst blieb der Himmel nur bedeckt.

Schneefall, der am Vortag nur die höher gelegenen Stationen betraf, wurde nunmehr auch tiefer beobachtet, und zwar meist noch mit Regen vermischt. Mittenwald meldete seit 10 Uhr früh Schnee und Regen. Niederaudorf, Reit im

Winkel, Ehrwald, Seefeld, Erzherzog-Johann-Klause und sogar Bregenz hatten Schneefall aufgezeichnet neben Regen. Neben den letzten vier an der Grenze gelegenen österreichischen Stationen hatten fast noch alle übrigen Stationen Tirols Regen mit Schnee gemeldet.

Gemäss der verschiedenen Dauer und Intensität des Niederschlags wiesen Nord- und Südbayern in den am 12. früh gemessenen Niederschlagsmengen sehr grosse Unterschiede auf. Die Niederschlagskarte zeigt, dass Nordbayern im allgemeinen ungefähr zur Hälfte nur über 5 mm und zur andern Hälfte unter 5 mm verzeichnete. Nur einige vereinzelte Stationen in der Rhön, im Fichtelgebirge und im nördlichen Böhmerwald sowie grössere zusammenhängende Gebiete im südlichen Böhmerwald und Bayerischen Wald hatten über 10 mm aufzuweisen. Im südlichen Böhmerwald deuteten die Orte Oberried und Elsenthal kleine Regeninseln mit fast 30 mm an. Während dann Beträge über 5 mm nur die nördliche Oberpfalz und deren nördliche und östliche Grenzgebirge und im Westen der Steigerwald und die Frankenhöhe verzeichneten, mass das Gebiet in der Mitte mit dem fränkischen Jura unter 5 mm. Der senkrecht zu den NW-Winden streichende schwäbische Jura hatte jedoch über 10 mm aufzuweisen, an seinem westlichen Steilrand sogar einzelne Beträge über 20 mm. Das im Lee der schwäbischen Alb gelegene Donaugebiet zeichnete sich aber wieder ausser einer kleinen Unterbrechung bei Neuulm durch Regenmengen unter 10 mm aus.

Im Gegensatz zu den wenigen Stationen Nordbayerns mit über 10 mm stellte das ganze südliche Südbayern ungefähr von der Breite von München ab ein grosses zusammenhängendes Gebiet über 10 mm dar. Beträge über 20 mm wurden erst am Alpenrand erreicht. Über dem Gebirge aber nahmen die Niederschlagsmengen rasch auf über 30 und 40 mm zu. Die Kalkalpen bildeten dann mit den Schieferalpen nördlich der oberen Salzach in ihrer ganzen Breitenausdehnung das Hauptniederschlagsgebiet. Es setzte sich aus grossen Arealen mit über 40 mm zusammen, denen wieder grössere Niederschlagsinseln mit über 50 mm und kleinere mit über 50, 60 und 70 mm angehörten. Die Achse dieses Hauptniederschlagsgebietes lag ungefähr über den Hauptketten der Kalkalpen. Das grösste zusammenhängende Gebiet mit über 40 mm befand sich im westlichen Tirol und schloss das Gebirgsstück vom Engadin bis zum Oberrhein ein. Innerhalb dieses Gebietes schlossen die Isohyeten von 50, 60 bis fast 100 mm, nordsüdlich ziehend, die Algäuer und Vorarlberger höheren Gebirge westlich vom oberen Lech ein. Die grössten Niederschlagsmengen von 80 bis fast 100 mm kamen in einer etwa 10 km breiten Zone vor, die ungefähr 20 km westlich vom bayerischen Einödsbach lag und weit nach Süden verlief.

Südlich des oberen Inn und der oberen Salzach nahmen dann im Bereich der Zentralalpen die Niederschlagsbeträge der Talstationen wieder ab, jenseits des Hauptkamms kamen wieder Beträge von unter 10 mm vor.

Der auf der Niederschlagskarte vom Vortag ersichtliche grosse Unterschied in den Niederschlagsmengen der Bergstationen und der nächstgelegenen Talstationen hat auf der Karte vom 12. September merklich abgenommen. Die beiderseitigen Beträge waren annähernd gleich gross. So hatte die Station auf dem Hirschberg 22.5 mm gemessen, in Tegernsee 24.5 mm, auf dem Wendelstein 17.1 mm, in Flintsbach am Inn 13.1 mm (und in Rosenheim 19 8 mm), auf dem Untersberg 16.2 mm, in Reichenhall 17.5 mm und in Salzburg 20.2 mm. (Hallein 21.9 mm.)

Im Laufe des 12. September hatte zwar das Minimum im südlichen Mähren an Tiefe etwas abgenommen. Dafür war aber der westliche Hochdruck weiter erstarkt. Am Abend zeigte sich auf der Luftdruckkarte (H. T. 42, 16 i) dem alten Tiefdruckkern ein neuer beigesellt. Derselbe rührte von einer Depression her, die schon in der Frühe an der ungarisch-rumänischen Grenze erkennbar war, dann nordwestlich heraufzog und mit einer Tiefe von unter 748 mm bis zum südlichen Polen gelangte (7. S. 103). In der Nacht zum 13. verlagerten sich dann beide Tiefdruckkerne nach W, der für Bayern besonders in Betracht kommende ältere in die Gegend unmittelbar östlich von der Moldau. Derselbe hatte am 13. früh eine Tiefe von unter 751 mm und eine ellipsenförmige Gestalt mit Süd-Norderstreckung (H. T. 42, 16 k). Der neue Kern war in dieser Zeit in die Gegend von Breslau gelangt. Dieser wie zwei Teiltiefs über Südwestungarn und am Golf von Triest mögen die Witterungsverhältnisse in Bayern indirekt verschlechtert haben. Durch jene Verlagerung des alten Tiefs nach W war ein geringes Zurückweichen des westlichen Hochdrucks wieder aufgewogen worden, so dass das grosse Luftdruckgefälle fortbestand. Die allgemeine Wetterlage zeigte immer noch den ganzen Nordwestteil von Mitteleuropa vom Hochdruck eingenommen und den Südostteil vom Tiefdruck als einem gewaltigen Aktionsgebiet für das Luftmeer über Mitteleuropa. Das Bild des Isobarenverlaufs über Bayern, das jetzt in seinen östlichen zwei Dritteln zum Gebiet unter 760 mm gehörte, war am 12. abends und am 13. früh annähernd das gleiche wie das vom 12. früh geschilderte. Nur erreichte jetzt die Anhäufung der Isobaren über den Alpen und im Winkel zwischen Donau und den Alpen ihren Höhepunkt. Auch die hier zum Ausdruck kommende Keilform der Isobaren zeigte sich jetzt besonders deutlich. 12.–13. Sept.

Der Hauptwind in dieser kritischen Zeit war in Nordbayern wieder der NW wie am Vortag; doch gab es auch vereinzelte Nordwindbeobachtungen, besonders fiel westlich vom Jura das Überwiegen der Nordsüdrichtung im Wolkenzug auf.

In Südbayern war jedoch ein wesentlicher Wandel in der Richtung der Luftströmung eingetreten. In scharf ausgeprägtem Gegensatz zu Nordbayern herrschte jetzt fast in ganz Südbayern eine west-östliche Luftströmung vor. Und zwar war diese nicht nur in den unteren, sondern allgemein auch in den oberen Luftschichten (Wolkenzug) ausgeprägt (siehe Niederschlagskarte I). Wir haben es demnach in der Zeit vom 12. früh bis 13. früh in Südbayern bis in grössere Höhen hinauf nicht mehr mit einer gegen das Gebirge gerichteten Luftströmung zu tun, sondern mit einer zum Alpenstreichen parallelen. Wie sehr ausgeprägt diese W–E-Strömung war, drückte sich darin aus, dass Landshut, Weihenstephan, München und sämtliche Alpenrandstationen an allen Beobachtungsterminen immer nur Westwind aufzeichneten.

Für die Heftigkeit der Luftbewegung ist bezeichnend, dass jetzt auch in Nordbayern hauptsächlich Windstärke 4 herrschte. Amberg in der Oberpfalz hatte sogar NW_6, NW_8 und NW_6. Besonders auffallend war wieder wie schon an den Vortagen die Windstärke von Hof mit NW_{10}, NE_6 und N_{10}.

Das Donautal war auch an diesem Tage durch eine relativ geringe Luftbewegung ausgezeichnet. Eine auffallende Erscheinung bot wieder Karlshuld in der Senke des Donaumooses, indem es an allen vier Beobachtungsterminen, am 12. 8a, 2p, 8p und am 13. 8a Windstille meldete.

Südwärts auf der Hochebene herrschte wieder Windstärke 4 vor, die in Weihenstephan und München (Sternwarte) auf 6 und 7 stieg. Ihren Höhepunkt erreichte die Windstärke wieder im Alpenrandgebiet, wo sie jetzt fast allgemein die ganze Zeit über in ihrer Heftigkeit nahezu konstant blieb. So hatte Tegernsee W_{10}, W_{10}, W_8 und W_6, Hirschberg W_8, W_8, W_8, W_8 und der Wendelstein W_5, W_6, W_6, W_5.

Die Talstationen im Gebirge meldeten indes wieder nur eine relativ schwache Luftbewegung. Anders war es in den Hochgebirgsregionen der Fall. Von hier wurden Schneestürme berichtet, die »Vernichtung an Wald, Vieh und sogar an Menschenleben brachten« (6. S. 36).

Gewitterbeobachtungen, die an den Vortagen nie ausgeblieben waren, wurden am 12. und in der Nacht zum 13. (mit zwei Ausnahmen im östlichen Südbayern) in ganz Bayern nicht mehr gemacht.

Bei den Niederschlägen handelte es sich demnach jetzt um typischen Landregen, der vor allem in Südbayern, im Bayerischen Wald und im südlichen Böhmerwald oft wolkenbruchartigen Charakter annahm. Die Niederschlagsintensität hatte mit der Zunahme des Luftdruckgradienten und damit der Luftbewegung besonders in der Nacht zum 13. eine bedeutende Steigerung erfahren. An einzelnen Stationen, besonders im östlichen Südbayern, gingen die heftigen Regengüsse ohne Unterbrechung nieder.

Ganz anders verhielt sich mit Ausnahme der östlichen Gebirge die Witterung in Nordbayern. Dort gab es im nordöstlichen Teil zwar auch einige Stationen, welche vom 12. bis 13. September Niederschlag mit kurzen Unterbrechungen meldeten. Doch war dieser hier von keinem besonderen Ausmass. Auf dem Jura wie westlich davon verzeichneten vielfach die Stationen nur nachmittags Regen, vormittags nur bedeckten Himmel. Im nordwestlichen Zipfel Bayerns gab es überhaupt nur einige Stunden mit schwachem Regen.

Die Beobachtungen des Schneefalls im Gebirge hatten sich gegen den Vortag vermindert, da sich derselbe jetzt wieder auf die hochgelegenen Stationen beschränkte und auch hier manchmal vom Regen abgewechselt wurde.

Da die Wetterlage schon am 12. früh durch die grosse Nähe des Depressionszentrums eine sehr ungünstige Ausbildung erfahren hatte und sich durch die weitere Annäherung des Tiefs im Laufe des Tags und besonders in der Nacht zum 13. ständig verschlechterte, waren auch die am 13. früh zur Messung gelangten Niederschlagsmengen die bisher ergiebigsten und blieben es auch in der ganzen Niederschlagsperiode. Dabei übertraf in Südbayern die vom 12. 8 p bis 13. 8 a gefallene Regenmenge die vom 12. 8 a bis 8 p fast um das Doppelte. In Nordbayern trat dieser Unterschied nicht hervor. Vielmehr zeigte sich hier das niederschlagsfreie Gebiet im NW vom Vorabend in der Frühe des 13. noch weiter SElich ausgedehnt, etwa bis zur Linie Bamberg—Rothenburg.

Ein Blick auf die Niederschlagskarte vom 13. früh (N. I) lehrt die ganz bedeutend stärkere Überregnung Südbayerns gegenüber Nordbayern. In diesem reichten die Niederschlagswerte mit Ausnahme des Bayerischen Waldes und des südlichen Böhmerwaldes nur von 0—20 mm. In Südbayern begannen sie mit 20 mm und stiegen bis auf 240 mm (Reichenhall 241 mm).

In Nordbayern mass unter 10 mm das ganze Gebiet nordwestlich einer Linie Weissenburg—Amberg, unter 5 mm bereits das Gebiet nordwestlich einer Linie Ansbach—Nürnberg und keinen Niederschlag mehr das Gebiet nordwestlich einer Linie, die von Würzburg nach NE verläuft. Die Station Rohrbrunn im Spessart und Brückenau, Weissenbrunn und Rhönhaus in der Rhön verzeichneten zwar Niederschlag, aber nur unter 5 mm. Ähnlich fielen Stationen des Fichtelgebirges und des Frankenwaldes durch etwas höhere Beträge auf, als sie im umgebenden Gebiet vorkamen. Eine besondere Stellung nahm in Nordbayern der Bayerische Wald und der südliche Böhmerwald ein. Nicht nur dass dieselben mit ganz Südbayern von der 20-mm-Isohyete eingeschlossen sind, weisen sie auch noch Beträge darüber auf. So erhielt noch über 30 mm ein nördliches Stück des Bayerischen Waldes. Pilgramsberg mass hier sogar 43.9 mm. Noch grössere Regenmengen erhielten die höheren Kammgebiete des südlichen Böhmerwaldes. Die grössten Mengen verzeichneten hier Lohberg mit 132.4 mm und Bayerisch Eisenstein mit 122.3 mm.

In Südbayern, wo nur im Gebiet des westlichen Donautales Beträge unter 20 mm gemessen wurden, erfuhr die Niederschlagsverteilung eine stetige Zunahme von W nach E. Erstreckten sich die einzelnen Regenzonen westlich der Isar im allgemeinen vom Alpenrand bis fast zur Donau, so nahm östlich der Isar ihre nördliche Ausdehnung immer mehr ab, bis im SE Südbayerns die Zone mit über 150 mm nur mehr ein schmales Band bildete, das am Alpenrand westöstlich zog. Die Regenmengen, die zur Messung kamen, betrugen östlich der Iller bereits über 20 mm, östlich der Wertach schon über 40, östlich der Süd-Nordlinie Mittenwald—Pfaffenhofen über 60 mm, östlich der Mangfall und südlich der Isen über 80 mm, dann östlich des Inn und südlich der Breite von Wasserburg bereits über 100 mm, und schliesslich östlich der bayerischen Traun und südlich der Breite von Traunstein 150—200 mm. Reichenhall, noch weiter im SE, erhielt sogar eine Regenflut von 241 mm, d. h. in 24 Stunden etwa $^1/_6$ der mittleren Jahressumme von 1901—1910. Dieser Betrag wurde noch übertroffen von den österreichischen Stationen Altaussee mit 242.8 mm (Salzkammergut), Langbathsee mit 254.7 mm und Mühlau noch westlich vom Ennsknie, das 288 mm verzeichnete, damit den täglichen Höchstbetrag der ganzen Niederschlagsperiode und des gesamten Niederschlagsgebietes.

Die süd-nördlichen Regenzonen hatten ihr südliches Ende im Bereich der Hauptketten der Kalkalpen. Südlich derselben nahm dann im allgemeinen die Niederschlagsmenge wieder ab. Ein Stück jenseits des Hauptkamms meldeten bereits die Stationen 0 mm.

Als Hauptniederschlagsgebiet kam am 13. September eigentlich das ganze Alpenvorland in Betracht, besonders aber der SE. Ganz eigenartig wirken auf der Karte die deutlich S–N ziehenden Isohyeten von Südbayern, die senkrecht zu den besonders ausgeprägten Westwinden verlaufen.

Für einen Einfluss auf die Niederschlagsintensität durch orographische Verhältnisse im kleinen gibt auch die Niederschlagskarte vom 13. September einige Beispiele. Dass wieder das Donautal im Lee der Schwäbischen Alb bei auf diese anstehenden NW-Winden eine Niederschlagsverminderung erfuhr, kann nicht wundernehmen. Dasselbe gilt von der Senke des Donaumooses. Auffallend ist indes auf der Karte ein niederschlagsärmeres Gebiet an der Donau von Metten abwärts, das sich noch weit in den südlichen Bayerischen Wald hinein erstreckt und ungefähr bis Passau reicht. Es umfasst etwa das Gebiet der Ilz. Als Ursache kann hiebei mitgespielt haben, dass dieses niedriger liegt als der übrige Teil des Bayerischen Waldes und sich gewissermassen im Regenschatten der nordwestlichen höheren Kammgebiete befindet, wenn NW-Winde (parallel zum Gebirgsstreichen) wehen.

Dass bei dem heftigen Westwind die relativ niedrige Senke des Dachauer Mooses die Niederschlagsmessung von Karlsfeld um 20 mm gegen Weihenstephan und um 30 mm gegen München herabgedrückt haben sollte, ist fast unwahrscheinlich und daher jener Wert fraglich zu setzen. Es müsste dann auch das Rosenheimer Becken in ähnlicher, fast noch gesteigerter Weise zum Ausdruck kommen, was nun nicht der Fall ist. Auch die Einbuchtungen am Alpenrand machten sich im Isohyetenverlauf nicht geltend.

Der Unterschied in den Niederschlagsmengen von Höhen- und Talstationen war wieder grösser geworden als bei der Messung am Vortag. Gaisalpe im Algäu hatte 18.9 mm gemessen gegen 38.1 mm in Oberstdorf, Hirschberg 54.0 mm gegen 87.6 mm in Tegernsee und 66 mm in Bad Kreuth, der Wendelstein 48.4 mm gegen 90.7 mm in Flintsbach, der Untersberg 103.4 mm gegen 122.7 mm in Salzburg (gegen 93.5 in Hallein) und 241.9 in Reichenhall.

Die am 12. und in der Nacht zum 13. für das nördliche Alpenvorland so kritischen Witterungsverhältnisse dauerten auch noch den 13. über an und begannen erst in der Nacht zum 14. September sich merklich und dauernd zu bessern. Am Morgen dieses Tages zeigte denn auch die Isobarenkarte (H. T. 42, 16 l) eine allgemeine Lockerung des auf der Westseite des Tiefdruckgebietes bisher so gleichmässig gestalteten Isobarenkörpers. Die sonst fast geradlinig verlaufenden Isobaren wiesen jetzt merkliche Ausbuchtungen auf. Das bisher sehr grosse Luftdruckgefälle zeigte jetzt eine ganz bedeutende Abnahme. Zwischen München und dem Kern des Moldautiefs, das sich am 14. morgens etwas nach WNW über die Moldau hinüber verschoben zeigte und bis auf etwas unter 759 mm ausgefüllt war, bestand nur mehr 1 mm Luftdruckunterschied gegen fast 9 mm vom Morgen des 13. Wie nach E, so wiesen auch nach W zu die Isobaren weite Abstände auf, da gleichzeitig auch das westliche Hochdruckgebiet eine bedeutende Abnahme erfahren hatte. Immerhin war auch am 14. früh noch das Moldautief das Hauptagens für die Luftbewegung über Bayern. Die übrigen Minima des östlichen Tiefdruckgebietes waren abgezogen und in noch grössere Entfernung von Bayern gelangt, als dies am Vortag der Fall war. (7. S. 104.) 13.–14. Sept

Die vorherrschenden Winde waren am 13. September in Nordbayern wie in Südbayern annähernd die gleichen geblieben wie am Vortag, NW in Nordbayern und W in Südbayern. (N. II.)

Die Windstärke zeigte am Nachmittag des 13. bei vielen Stationen gegenüber der Morgenbeobachtung eine wesentliche Zunahme, teilweise vom doppelten Ausmass. Dies trat besonders in Nordbayern ein. So konnten denn auch Nürnberg, Weissenburg und Kaisheim Windstärke 6 aufweisen und damit den südbayerischen Stationen gleichkommen. Diese hatten am 13. 2 p ebenfalls eine grössere Windstärke zu verzeichnen als am gleichen Morgen. So meldete die Münchener Station (Sternwarte) W_4, **W_6**, W_4 und NW_3, Hohenpeissenberg W_4, **W_6**, W_4 und NW_3, Tegernsee W_6, **W_8**, W_8, W_4 und der Wendelstein W_5, **W_6**, W_6, W_3. Die schwächere Luftbewegung im Donautal war auch den 13. über zu konstatieren. Auch fiel Karlshuld wieder durch andauernde Windstille auf.

Die oben angeführten Windstärken von Südbayern lassen ein zweites wichtiges Moment in den Windverhältnissen erkennen, nämlich eine merkliche Abnahme der Windstärke in der Nacht zum 14., wie dies aus der Morgenbeobachtung des 14. hervorgeht. In ganz Südbayern, selbst bei den Alpenrandstationen zeigte sich jetzt die Windstärke auf 2 bis 3 abgemindert. Neben Karlshuld meldeten am 14. früh auch Regensburg, Eggenfelden und Passau Windstille. In Nordbayern zeichnete sich die Nordwestecke durch Windstille aus, sonst herrschte durchweg nur Windstärke 1 und 2 vor.

Auch in der Windrichtung war eine Änderung vor sich gegangen, besonders in Südbayern. Wie hier mit der Zunahme der Windstärke die Westwindzone am 12. vom Alpenrand nordwärts rückte bis fast an die Donau, sehen wir sie infolge der Abnahme der Windstärke in der Nacht zum 14. bei den Morgenbeobachtungen wieder nur mehr auf die Alpenrandstationen beschränkt. Nur Schongau, Hohenpeissenberg, Tegernsee, Hirschberg und Wendelstein wiesen noch am 14. früh W auf. Die Windbeobachtungen im übrigen Südbayern ergaben jetzt gemeinsam mit denen Nordbayerns NW. Selbst bei Rosenheim und Traunstein war dies der Fall, und auch bei Ottobeuern, das bisher meist SW meldete, wenn die übrigen Stationen Südbayerns W verzeichneten.

Wie am 12. September so hatte auch am 13. der Niederschlag typischen Landregencharakter. Gewittererscheinungen wurden nicht beobachtet. Da erst in der Nacht zum 14. eine merkliche Besserung der Wetterlage eintrat, war die Niederschlagsintensität im Laufe des 13. immer noch von grossem Ausmass. Die Stationen in Südbayern sowie im Bayerischen Wald und im Böhmerwald meldeten sogar in noch grösserer Anzahl als am Vortag heftigen Regen ohne Unterbrechung entsprechend der obigen Zunahme der Windstärke. Im übrigen Nordbayern blieb es aber wie am Vortag wieder bei nur zeitweisem und schwachem Regenfall, der im Jura und westlich davon sich nur auf einige Stunden erstreckte. Doch

wies in Nordbayern als Wirkung des weiter nach NW vordringenden Moldautiefs und der dadurch bedingten grösseren Windgeschwindigkeit die Niederschlagsintensität immerhin eine kleine Steigerung auf. Die Regenbeträge, die vom 13. 8 a bis 8 p fielen, waren im allgemeinen etwas grösser als diejenigen, welche in den vorhergehenden 12 Stunden vom 12. 8 p bis 13. 8 a niedergegangen waren. Das regenlose Gebiet auf der 12stündigen Karte vom 13. 8 a war auf der Abendkarte fast ganz verschwunden. Gleichzeitig erwies sich auch in Südbayern der SW etwas weniger und das Gebiet nördlich der Isen bis über die Donau in den Bayerischen Wald hinein stärker überregnet.

Als sich aber dann in der Nacht zum 14. jene merkliche Besserung der Witterungsverhältnisse einleitete, nahm die Niederschlagsintensität in Nordbayern und zugleich auch in Südbayern wieder ab. Die in der Nacht zum 14. noch gefallenen Niederschlagsmengen waren gegenüber den von den vorhergehenden 12 Stunden gemessenen Beträgen in Südbayern auf die Hälfte reduziert, im Gebirge und an seinem Rande etwa um $^1/_3$. Andererseits ging bei einem grossen Teil besonders der nordbayerischen Stationen der Regen schon nachts oder in den frühesten Morgenstunden zu Ende.

Schnee, teilweise mit Regen vermischt, wurde auch am 13., dem letzten Hauptregentag, von den höheren Gebirgsstationen gemeldet.

Dadurch dass in der Nacht zum 14. der Niederschlag wesentlich nachliess oder gar aufhörte, blieb die 24stündige Niederschlagssumme vom 14. früh hinter der des Vortags um ein bedeutendes zurück (N. II); besonders trat dies in Südbayern hervor, dessen Stationen westlich der Isar im allgemeinen um 10 mm, vereinzelt über 20 mm weniger aufwiesen; östlich der Isar und südlich der Linie Landshut—Eggenfelden betrug die Abnahme durchschnittlich 10 bis 20 mm, östlich der bayerischen Traun schon 40 bis 80 mm. Die Zone des Vortags mit über 100 mm hatte sich jetzt fast auf die Hälfte reduziert. In ihrem Bereich ergab sich am 14. September noch eine Regeninsel um Reichenhall mit über 140 mm, um Altaussee mit über 160 mm und um Langbathsee mit fast 180 mm. Nördlich der Linie Eggenfelden—Landshut—Karlshuld hatte bis zur Donau und noch im SElichen Nordbayern die Regenmenge indes nur wenig abgenommen. In Nordbayern westlich des Jura war sogar ein kleines Plus zu konstatieren, etwa im Betrag von 5 bis 10 mm.

Immerhin war auch am 14. September der Unterschied in der Regenmenge zwischen Nord- und Südbayern noch ein bedeutender. In Nordbayern wies über 20 mm nur der mittlere Teil des Bayerischen Waldes und der südliche Böhmerwald auf, in dessen Arbergebiet einzelne Beträge von über 60 mm erreicht wurden. Die 10-mm- und 5-mm-Isohyete ist jedoch gegen den Vortag mehr nach NW verschoben; „0" mm verzeichnete in Nordbayern überhaupt keine Station mehr.

Südbayern wurde hingegen wieder fast ganz von der 20-mm-Isohyete eingeschlossen und konnte in seinem südöstlichen Teil wieder Niederschlagsmengen von weit über 100 mm messen.

Im allgemeinen wies die Niederschlagsverteilung vom 14. September wieder ein ähnliches Bild auf wie die vom 13. (N. II). Während in Nordbayern die Niederschlagsmengen wieder von NW nach SE zunahmen, war in Südbayern der süd-nördliche Verlauf der Isohyeten und demgemäss wieder die west-östliche Niederschlagszunahme besonders auffallend. Hatten jedoch am 13. östlich der Isar die einzelnen gegen das Gebirge an Niederschlag zunehmenden Regenzonen ungefähr west-östlichen Verlauf, so war bei denselben auf der Karte vom 14. mehr eine SW-NEliche Richtung ausgeprägt. Ein Grund hiefür dürfte darin liegen, dass in Südbayern in der Zeit vom 13. bis 14. zwei Richtungen der Niederschlagszunahme in Betracht kamen, zuerst eine west-östliche, die noch im Laufe des 13. als Fortsetzung der vortägigen fortbestand, und dann eine nordwest-südöstliche, welche in Beziehung war mit der in der Nacht zum 14. immer mehr gegen das Gebirge gerichteten Luftströmung, den NW-Winden. Diese beiden verschiedenen Richtungen in der Niederschlagszunahme zeigten deutlich die 12stündigen Niederschlagskarten vom 13. 8 p und vom 14. 8 a. Jene NW-SEliche Richtung in der Niederschlagszunahme bedeutete besonders wieder für das süd-östliche Südbayern und das anschliessende österreichische Alpenvorland eine weitere Steigerung der Niederschlagsmenge. Die Folge war, dass im Südosten das eigentliche Hauptniederschlagsgebiet zustande kam, dessen Achse ungefähr von Mittenwald an, hier noch über den Kalkalpen gelegen, ENElich verlief, bis sie jenseits der Salzach schon nahezu an den Alpenrand zu liegen kam. Die südlichen Isohyeten der einzelnen Regenzonen zogen über den Alpen annähernd W-E. [1]) Ein besonderes Niederschlagsgebiet stellte wie schon am Vortag das westliche Algäu dar. An dessen westlichem Rande, unmittelbar vor dem Bodensee und dem Rheintal, fand eine besonders enge Zusammendrängung der Isohyeten statt.

Die orographische Einwirkung auf die Niederschlagsmenge im kleineren Massstab kam auf der Karte vom 14. wieder mehr zur Geltung.

In Nordbayern traten durch eine relativ grössere Regenmenge aus ihrer Umgebung die Stationen der Rhön, des Frankenwaldes, des Fichtelgebirges, des Steigerwaldes und der Frankenhöhe und dann auch des nordsüdlich streichenden Fränkischen Jura hervor. Andererseits kam das tiefer liegende Gebiet bei Bamberg und das bei Bayreuth durch eine Niederschlagsminderung zum Ausdruck, in ähnlichem Sinne auch Teile des tiefer liegenden Regnitzgebietes und Naabgebietes. Auch das Ilzgebiet im Bayerischen Wald fiel wieder durch ein Minus an Niederschlagsmenge auf.

Besonders deutlich war jedoch die orographische Beeinflussung der Niederschlagsmenge bei dem im Lee der schwäbischen Alb befindlichen Donautal ausgeprägt. Von Ingolstadt aufwärts bis in das Quellgebiet der Donau massen die Donautalstationen unter 5 mm gegenüber 10 und 20 mm auf der schwäbischen Alb und auf der Hochebene. Die Station Leipheim westlich der Günzmündung verzeichnete überhaupt 0 mm. In der Zeit vom 13. 8a—8p waren noch weitere Stationen an der Donau regenfrei geblieben, nämlich in einem Talstück von der Lechmündung bis über Leipheim hinaus.

In Südbayern kamen auf dem Isohyetenbild wieder die Alpenrandeinbuchtungen zum Ausdruck. Vor allem zeigte sich dies bei der obersten Iller, dann bei Murnau, bei Rosenheim und südlich vom Chiemsee, weniger bei Salzburg, da dessen Gebiet in die Maximalzone des Niederschlags fiel.

[1]) Im Bereich der Zentralalpen hatten die Niederschlagsmengen der Talstationen wieder auf unter 10 mm abgenommen. Jenseits des Alpenkamms verlief dann bald wieder die »0«-Isohyete.

Der Unterschied zwischen der Niederschlagsmenge der Bergstationen und derjenigen der Talstationen zeigte sich auf der Karte vom 14. wie auf jener vom 12. September wieder weniger gross. In beiden Fällen handelte es sich bezeichnenderweise, wenigstens zeitweise, um eine gegen das Gebirge gerichtete Luftströmung. Zum Teil wiesen am 14. die Bergstationen höhere Beträge auf als die Talstationen. So hatte Gaisalpe sogar 58 mm gemessen gegen 28 mm in Oberstdorf, der Wendelstein 84 mm gegen 67 in Flintsbach, dagegen der Hirschberg 63 mm gegen 72 mm in Hohenburg und 85 mm in Bad Kreuth und der Untersberg 109 mm gegen 124 mm in Salzburg und 146 mm in Reichenhall.

War in Nordbayern die Hauptregenperiode schon vor dem 14. 8 a zu Ende gegangen, so trat dies in Südbayern erst im Laufe des Vormittags, am Gebirgsrand erst mittags ein. Die am 14. September nach 8 a gefallenen Niederschläge, zu denen sich in Nord- und Südbayern noch nachmittags einige Stunden neuer schwacher Regenfall gesellte, lieferten jedoch bei der Abendmessung hauptsächlich nur am Alpenrand messbare Mengen, aber im allgemeinen auch hier nur unter 5 mm. Niederschlagssumme der ganzen Periode.

Da der Beginn der Hauptregenperiode auf den 10. September fiel, kamen demnach 4 Hauptniederschlagstage in Betracht. Bedingt wurden diese in der Hauptsache durch eine Depression, die »vermutlich aus dem südlichen Teil des Adriagebietes stammte und sich von der Westgrenze Rumäniens aus ziemlich in einem Halbkreise bis nach dem südlichen Mähren bewegte, wo sie nahezu stationär wurde. Trotz der etwas ungewöhnlichen Bahn darf man wohl aber das Minimum noch zur Klasse der Vb-Depressionen im weiteren Sinne des Wortes rechnen« (7. S. 106). Kamen auch Teiltiefs im östlichen Tiefdruckgebiet vor, so schienen sie auf die Luftbewegung über Bayern mit Ausnahme des Nordtiefs am 10. September keinen direkten selbständigen Einfluss ausgeübt zu haben.

Die viertägige Niederschlagssumme, die vom 11. bis 14. September gemessen wurde, erreichte in Bayern zum Teil ganz enorme Beträge (N. III).

Über 50 mm konnte in Nordbayern einerseits nur der Bayerische Wald und der Böhmerwald messen. In jenem verzeichnete die Station Traitsching noch 85 mm und Pilgramsberg 95 mm. Jenseits des durch eine Abminderung des Niederschlags auffallenden Regentales umgrenzte den südlichen Böhmerwald die 80-mm-Isohyete; hier kamen im Arbergebiet noch einzelne Beträge bis zu 200 mm und darüber vor. Andererseits ergab in Nordbayern über 50 mm noch der SW-NE streichende Jura, in dessen schwäbischem Anteil noch Regenzonen von über 60 und 70 mm vorkamen. Im übrigen Nordbayern blieben die Regenmengen unter 50 mm, sie nahmen im westlichen Teil ungefähr von S nach N und im östlichen Teil von SE nach NW ab.

Südlich der Donau, deren Ufergebiete vom Quellgebiet des Flusses bis Passau ein schmales Band geringeren Niederschlags darstellten — den geringsten Niederschlag bis unter 20 mm wies das im Lee der Schwäbischen Alb befindliche eigentliche Donautal auf —, war das ganze Südbayern mit über 50 mm überregnet, und zwar schon 10 km von der Donau ab. Die Niederschlagsmengen nahmen dann im allgemeinen von W nach E zu; im besonderen fand im unmittelbaren westlichen Alpenvorland eine Zunahme südwärts statt und im östlichen eine solche südostwärts. Es verzeichneten fast sämtliche Stationen östlich der Isar bis in die Breite von Eggenfelden über 150 mm, Traunstein ergab 327 mm und Reichenhall noch weiter im SE 445 mm, also fast einen halben Meter in nur 4 Tagen, d. h. nicht ganz $^1/_3$ des mittleren Jahresniederschlags.[1]) In München mass die Zentralstation, mitten in der Stadt gelegen, 185 mm, die höher und freier gelegene Sternwarte im Osten der Stadt 213 mm, d. h. etwa $^1/_4$ des Jahresniederschlags.[1])

Infolge der oben angeführten Zunahme des Niederschlags gegen das Gebirge bildete sich ungefähr über den Kalkalpen eine Hauptniederschlagszone aus, deren Achse im westlichen Teil fast west-östlich, im östlichen Teil mehr nach ENE gegen den Alpenrand zu verlief. Im östlichen Algäu betrugen die Niederschlagsmengen 150—200 mm und erreichten nach E zunehmend im Traunseengebiet bei Altaussee den enormen Betrag von über 550 mm, also über $^1/_2$ m in 4 Tagen. Im südlichen Teil der Kalkalpenzone und in den Kitzbüheler Schieferalpen nahmen dann die Niederschlagsbeträge wieder ständig ab, und zwar annähernd parallel zum Alpenzug; etwa 20 km südlich des Alpenkamms begegnen wir bereits der 10-mm-Isohyete.[2])

Was die Ausbildung der Regensummen Nordbayerns betrifft, so sei erwähnt, dass von den Regensummen des westlichen Nordbayern fast $^2/_3$ auf jene W- und SW-Winde zurückzuführen sind, die am 10. September noch vom selbständigen nördlichen Teiltief des Hauptminimums abhängig waren. Wenn demnach die am 11. September früh gemessenen Beträge von den viertägigen Regensummen abgezogen werden, kommt deutlich zum Ausdruck, dass bei, für Nord- und Südbayern einheitlichen, Luftströmungsverhältnissen, welche für die am 12., 13. und 14. September gemessenen Niederschlagsbeträge besonders rein zum Ausdruck kamen, das östliche Nordbayern mehr Niederschlag erhalten hatte als das westliche, ein Verhältnis, das auf der viertägigen Summenkarte fast umgekehrt erscheint.

Das Auffallendste bleibt der grosse Gegensatz in den Regenmengen von Nordbayern und Südbayern selbst; denselben zeigt deutlich das nebenstehende Diagramm. Dieses bezieht sich örtlich auf Stationen

[1]) Nach dem 10jährigen Mittel von 1893—1902 und von 1901—1910.

[2]) Es sei auch noch auf das eigenartige Regengebiet hingewiesen, das vom westlichen Algäu über Vorarlberg weit nach S verlief und in einer breiten Zone Niederschlagsmengen von über 200 mm aufwies.

einer Linie von Kahl in NW-Bayern nach Reichenhall in SE-Bayern, zeitlich auf die Messungen vom 12.—14. September, also mit Ausschluss des 11.

Was die Ausprägung des orographischen Faktors in Bezug auf die Niederschlagsmengen einzelner Gebietsteile während der gesamten Niederschlagsperiode anlangt, so gibt hiefür wie schon die einzelne Tageskarte auch die Summenkarte Beispiele. Das deutlichste davon, das Donautal, ist bereits angeführt worden. Dann lassen fast sämtliche nordbayerischen Mittelgebirge mit Ausnahme des S-N streichenden Jurateils durch die wenigen vorhandenen Stationen eine stärkere Überregnung erkennen als die tiefer gelegenen Nachbargebiete; am meisten ist dies der Fall bei dem westlichen Stück des Fränkischen Jura, welches wie der Schwäbische Jura ein SW-NEstreichen aufweist, d. h. also senkrecht zum Hauptwind der Regenperiode, dem NW.

In Südbayern ist in jener orographischen Beziehung am auffallendsten die Einbuchtung der Isohyeten am Alpenrand analog den dortigen Isohypsen. Dies zeigt sich besonders an der obersten Iller, dann in der Bucht von Füssen, von Murnau, von Rosenheim und Salzburg. Orographisch beeinflusst erscheinen in Südbayern noch die Summenbeträge von Karlsfeld und Weihenstephan, welche in dem tieferen Gebiet der Moore nördlich von München liegen. Diese stellen eine im allgemeinen WSW-ENE gerichtete Senke dar, für W- und NW-Winde also ein Leegebiet. Die Regensumme von Karlsfeld ergab 119 mm und von Weihenstephan 126 mm gegen 143 mm von Pfaffenhofen und 131 mm von Fürstenfeldbruck im W und Regenbeträge über 150 mm im Osten der Isar.

Bezüglich des Unterschiedes der Niederschlagsmengen von Berg- und Talstation, der an den Einzeltagen bald für diese, bald für jene positiv ausfiel, während der Gesamtniederschlagsperiode ergab sich ein deutliches und wesentliches Überwiegen der Niederschlagssummen der Talstationen. So mass die Station auf dem Hirschberg nur 156 mm gegen 224 mm von Hohenburg, 241 mm in Bad Kreuth und 218 mm in Tegernsee, die Station auf dem Wendelstein nur 161 mm gegen 197 mm in Flintsbach und 223 mm in Rosenheim, die Station auf dem Untersberg 242 mm gegen 297 mm in Salzburg und 445 mm in Reichenhall. Die Station auf dem Kitzbüheler Horn in Tirol ergab sogar nur 59 mm gegen 254 mm in Kitzbühel.

vasser-
iete

Den andauernd heftigen und weite Gebiete gleich ergiebig treffenden Regengüssen vom 10. bis 14. September waren schon am 8. und 9. September Gewitterregen vorangegangen, die zwar im allgemeinen geringe, aber in Einzelfällen auffallend hohe Beträge ergaben. So wurden in Südbayern etwa von der Breite von München ab, gegen das Gebirge wie auch nach E zunehmend, am 9. früh 10 bis 30 mm und am 10. früh 20 bis 50 mm Niederschlag gemessen.

In Nordbayern blieben mit Ausnahme des Bayerischen Waldes und des Böhmerwaldes, deren Stationen an beiden Tagen im Durchschnitt je 10 bis 20 mm aufzeichneten, die Regenmengen unter 10 mm, vielfach unter 5 mm.

Besonders hohe Beträge massen am 10. früh Benediktbeuern mit 55 mm, Hohenaschau mit 85 mm und Weissbach westlich Reichenhall mit 76 mm. Im Böhmerwald meldete die Station Rabenstein am 9. September 73 mm.

Diese den Hauptniederschlägen vorangegangenen Gewitterregen waren deshalb von Bedeutung, weil sie selbst schon den Boden ziemlich durchtränkten. Die nachfolgenden andauernd heftigen Landregen vom 10. bis 14. September fanden daher keinen aufnahmefähigen Boden mehr vor, mussten hauptsächlich oberirdisch abfliessen und so den Anlass zu verheerenden Hochwasserwirkungen geben.

Die Hochwasserkatastrophe vom September 1899 erreichte denn auch ein ganz besonderes Ausmass. Sie übertraf die vom Juli 1897 an Grösse und Umfang [1]). Wiederum waren es besonders Südbayern und die österreichischen Länder von der Donau bis zu den Alpen, die von W nach E in steigendem Masse vom Hochwasser heimgesucht wurden. Nordbayern befand sich dagegen mit Ausnahme des östlichen Naabgebietes und des Regengebietes, also vor allem des Böhmerwaldes und des Bayerischen Waldes, entsprechend den geringen Niederschlagsmengen ausser Hochwassergefahr [2]).

Eine weitere Eigentümlichkeit der behandelten Wetterlage neben jenem Charakter als Hochwasserwetterlage waren die, dass im Gebirge weitverbreiteter Schneefall damit verbunden war. Es handelte sich hiebei um den ersten Schneefall im Jahr, wenigstens bei all den Stationen, welche nicht das ganze Jahr Schneefall zu erwarten haben, also hauptsächlich bei den Talstationen im Gebirge und bei den Stationen am Alpenrand. Der Schneefall setzte im allgemeinen am 10. September ein, als nämlich die Norddepression Teiltief der östlichen Hauptdepression wurde und nunmehr gegen die Alpen nördliche relativ kalte Luftmassen herangeführt wurden, die neben dem Schnee für das Gebirge dem nördlichen Alpenvorlande eine unangenehme feuchtkalte Witterung brachten. Die gewaltige Intensität des Niederschlags in der Hauptregenperiode beweist sodann der Umstand, dass die behandelte Wetterlage für alle Stationen Tirols nördlich des Alpenkamms und des österreichischen Alpenvorlandes das Tagesmaximum des Jahres lieferte, das nämlich neben dem 14. hauptsächlich am 13. früh sich ergab. Ob diese Tatsache auch für die südbayerischen Stationen und für die des Bayerischen Waldes und des Böhmerwaldes in Betracht kommt, ist zwar anzunehmen, könnte aber erst nach erfolgter Umrechnung der täglichen Niederschlagsmessungen des ganzen Jahres mit Sicherheit festgestellt werden, gleichfalls, ob die ganze Regenperiode ein Maximum lieferte, was ebenfalls wahrscheinlich ist.

---

[1]) Das Hochwasser von 1897 wurde durch eine ähnliche Wetterlage hervorgerufen wie das von 1899, und zwar durch eine einzige typische V b-Depression. Es gehört zu den bearbeiteten Fällen.

[2]) Um nur ein Beispiel von den Hochwasserwirkungen anzuführen, sei erwähnt, dass die zwei nördlichsten Isarbrücken von München den dort wieder vereinigten Isarfluten zum Opfer fielen.

Ergebnisse der Untersuchung.

Zu Beginn des allgemeinen Teiles sei vorausgeschickt, dass sich die folgende Zusammenfassung hauptsächlich auf jene Tage der behandelten Niederschlagsperioden beschränkt, bei welchen ein wichtiges gemeinsames Moment bestand. Dasselbe beruht darin, dass in der Bewegung der Luftmassen über ganz Bayern das östliche Tiefdruckgebiet allein der bestimmende Faktor war, dass also, um ein Gegenbeispiel anzuführen, die Luftmassen über dem nördlichen Bayern nicht von einer fremden, z. B. einer nördlichen Depression beherrscht wurden. Dieser Umstand würde nämlich eine vergleichende Betrachtung der Niederschlagsverteilung in Nord- und Südbayern fast ausschliessen. Jene Tage fielen aber auch meist mit den Hauptniederschlagstagen zusammen, was sich später zeigen wird.

Die folgenden Ausführungen werden sich demnach vor allem mit den eigentlichen Hochwasserregentagen beschäftigen.

Die Luftdruckverhältnisse.

Was zuerst die allgemeine Luftdruckverteilung an jenen Tagen anlangt, so bot sich stets folgendes typische Bild: Hoher Luftdruck lagerte im NW, tiefer Luftdruck im SE Mitteleuropas, dieser hervorgerufen durch die Süd- und Ostdepressionen, über deren Herkunft bereits die Rede war (S. 5). Über die Lage der Depressionen zu Bayern, ein Moment, welches Hellmann für die Entstehung der Hochwasser wichtiger hält als die Herkunft der Depressionen (7. S. 134), ist folgendes zu berichten: Allen behandelten Fällen ist gemeinsam, dass sich Bayern entsprechend der im Osten dieses Landes vorbeigehenden Zugstrasse an den Hauptniederschlagstagen stets auf der Rückseite der Depressionen befand. Die Zentren derselben wanderten stets jenseits der natürlichen Süd- und Ostgrenzen Bayerns, jenseits der Alpen und des Böhmerwaldes. Bei keiner Niederschlagsperiode ging der Depressionskern über Bayern hinweg, wie es meist der Fall war beim Elb- und Oderquellgebiet, ein Umstand, welcher das Studium der Niederschlagsverteilung in diesen Gebieten viel schwieriger macht.

Was dann die Luftdruckverteilung über Bayern selbst betrifft, so betrug der Luftdruck an den Hauptniederschlagstagen erstens über dem grössten Teil Bayerns in der Regel mehr als 760 mm und zweitens in Südbayern meist mehr als in Nordbayern in gleicher geographischer Länge. Nur in den östlichen Randgebieten Bayerns ging der Luftdruck häufiger unter 760 mm herab, aber auch nur im Mittel um 1—2 mm. Im Laufe der Hauptniederschlagstage fand dann gewöhnlich eine Zunahme des Luftdrucks statt im Verein mit einer Zunahme der Niederschläge. Andererseits fiel mit dem Ende der Niederschläge eine Abnahme des Luftdruckes zusammen [1]).

In einigen Fällen (3, 5, 6, 9, 10) jedoch gehörte Bayern während der ganzen Witterungsperiode oder wenigstens eines Teils derselben in einem grösseren Stück des Ostens und Südens zum Gebiet unter 760 mm.

Ein typisches Beispiel hiefür liefert der Fall von Mitte März 1894 (9). Vom 14.—16. März fehlten auf den Isobarenkarten überhaupt die Hochdruckisobaren von über 760 mm. Erst am 16. abends gab die Karte solche an der Rheinmündung an. Über Bayern verliefen sie erst am 17. morgens. Gleichwohl handelte es sich auch bei dieser Witterungsperiode um eine Vb-Depression. Es war die Hauptbedingung des behandelten Wettertypus durchaus gegeben: höherer Luftdruck über dem NW und tieferer Luftdruck über dem SE Mitteleuropas.

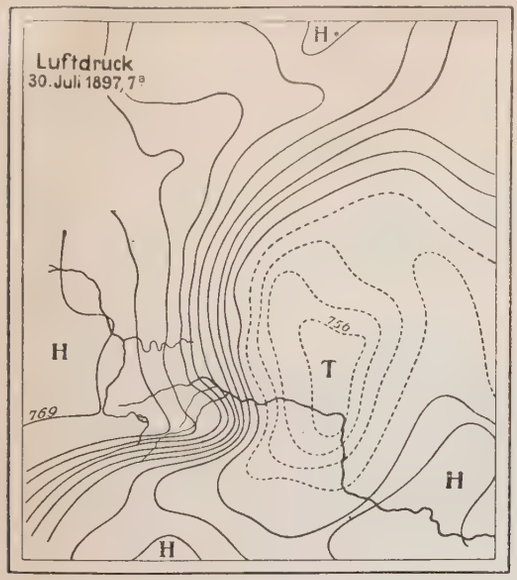
Viel wesentlicher aber als die auch in den Luftdruckwerten über Bayern zum Ausdruck kommende Tiefe des die Luftmassen beherrschenden Minimumkörpers erschien die Form desselben und seine Erstreckungsrichtung. Darnach wurde nämlich im allgemeinen die Richtung des Isobarenzugs über Bayern bestimmt; mit dieser korrespondierten dann wieder die Windrichtungen.

Entsprechend der randlichen Lage Bayerns zum Depressionsgebiet wiesen die Isobaren meist einen ziemlich geradlinigen Verlauf auf. Dies war gewöhnlich der Fall, wenn sich die Depression bereits im SE oder E von Bayern befand. Solange sie sich aber noch über Oberitalien ausdehnte, war überhaupt der Isobarenverlauf über Bayern noch weniger von ihr beeinflusst.

Da es sich um einen von S nach N führenden Weg der Depressionen handelt und hiebei die Depressionen meist eine nördliche Ausbreitungstendenz aufwiesen, war weitaus an den meisten Tagen der behandelten Niederschlagsperioden, besonders an den Hauptniederschlagstagen, das typische Bild der Isobaren folgendermassen: über Nordbayern zogen

[1]) Diese interessante Tatsache, dass mit Zunahme des Luftdrucks eine ständige Verschlechterung und bei Abnahme desselben eine Besserung der Witterung eintritt, widerspricht der landläufigen Anschauung, dass bei sinkendem Barometer schlechtes Wetter eintrete und bei steigendem das Wetter sich bessere. Es ergaben sich also gerade die gegenteiligen Beziehungen. Es ist das ein Beweis, dass nicht nur das Steigen und Fallen des Barometers allein, sondern auch die Kenntnis der allgemeinen Luftdruckverteilung und ihrer Hauptgesetze in das Verständnis des jeweiligen Wetters einführt.

dieselben N-S oder NW-SE; über Südbayern aber wiesen sie in ihrem Zug merkwürdigerweise stets eine östlichere Komponente auf. Dadurch dass dann besonders auffallend die Isobaren über den Alpen wieder nach W zurückbogen, kam am Alpenrand und über den Alpen eine merkwürdige Keilform der Isobaren zustande (siehe Isobarenkarte). Dazu ist noch anzuführen, dass die Isobaren dieses Keils sich besonders eng gedrängt zeigten. Ein Erklärungsversuch zu diesem Luftdruckkeil möge im Abschnitt über die Winde folgen.



Nach Hellmann.

Eine andere, aber seltenere Erstreckung der Isobaren über Bayern war die von NE nach SW. Diese war häufig dem Beginn der Niederschlagsperioden eigentümlich, wenn sich nämlich der Tiefdruckkern noch südöstlich von Südbayern und zwar in ziemlicher Nähe befand, oder wenn überhaupt das Tiefdruckgebiet mit dem ihm tributären Hochdruckisobaren eine mehr WSW-ENE-Erstreckung aufwies.

Dies war z. B. am 1. und 2. Mai 1896 der Fall, als ein starker von NW vordringender Hochdruck ein nördliches Hinaufarbeiten der Ostdepression nicht ermöglichte, sondern vielmehr dieselbe nach SE zurückdrängte. Die Folge war, dass eine SW-NE-Achse des Tiefdruckgebietes zustande kam und die Isobaren demgemäss durch Bayern in NE-SW-Richtung verliefen.

Unter den behandelten Fällen verursachte auch eine Vc-Depression, deren Weg schliesslich direkt nach E führte, einen ähnlichen Isobarenverlauf und in weiterer Folge ähnliche Witterungsvorgänge wie die regelmässig S-N ziehenden Depressionen. Aus diesem Grunde wurde sie auch in die Reihe der untersuchten Beispiele aufgenommen. Die Depression dehnte nämlich ihren Wirkungskreis weit nach Norden aus, so dass auch eine S-N-Richtung der Isobaren zustande kam mit entsprechenden, in Übereinstimmung mit den übrigen Fällen befindlichen Witterungsfolgen.

Die Windverhältnisse.

Die eingehendere Anführung des Isobarenverlaufs über Bayern mag durch den folgenden Abschnitt über die Windverhältnisse ihre Berechtigung erfahren.

Was sich bei der Betrachtung der Winde als allgemeines Resultat ergeben hat, bestätigt im Prinzip das, was Hann von den Windrichtungen in den äusseren Gebieten der Depressionen sagt (1. S. 368): „Im äusseren Umfang der Depressionen, dort wo die Isobaren wenig gekrümmt, nahe geradlinig verlaufen, sind die Windrichtungen denselben auch nahe parallel, die Windrichtung steht dort nahezu senkrecht auf der Richtung des Gradienten. Hier gilt die strenge Regel: Stellt man sich mit dem Rücken gegen den Wind, so liegt der Ort des Minimums gerade zur Linken."

Diese Regel hatte bei den behandelten Wetterlagen, wie sich aus den Eintragungen der Windrichtungen auf den Niederschlagskarten ergab, stets ihre Gültigkeit für Nordbayern, aber nicht auch für ganz Südbayern, sondern meist nur für dessen nördlichen Teil.

Entsprechend den in Nordbayern und im nördlichen Südbayern N-S oder NW-SE ziehenden Isobaren wehten dann auch dort im allgemeinen mit den Isobaren parallele Nord- oder Nordwestwinde. Im südlichen Südbayern aber herrschten gleichzeitig West- oder Südwestwinde vor. Diese standen nun nicht mehr in Parallele mit den über der Hochebene von NW-SE oder WNW-ESE ziehenden Isobaren.

Diese eigenartigen Westwinde kamen, wenn Nordbayern NW hatte, fast stets, wenigstens im Alpenrandgebiet, zur Aufzeichnung. Ihre nördliche Ausdehnung war bei den verschiedenen Fällen von grösserem oder kleinerem Ausmass. Am weitesten reichte sie, nämlich bis zur Donau, vom 12. September früh bis 13. September früh 1893 (s. N. I). Damals lag die Depression sehr nahe, über dem westlichen Mähren und dem östlichen Böhmen, und wies eine Tiefe von unter 750 mm auf, welche jene Nähe noch gefährlicher machte. Näheres über die damaligen Windverhältnisse ist auf S. 11 angeführt worden.

Die Ursache für die angeführte Windrichtungsanomalie in Südbayern dürfte in der Hauptsache im Alpenstreichen liegen. Die von WSW nach ENE ziehende Alpenmauer mit einer relativen Kammhöhe von über 2500 m stand dem von N kommenden Luftstrom direkt entgegen und zwang ihn zum Ausweichen nach Osten.

Solange mehr eine ausgeprägt nordsüdliche Luftströmung in Betracht kam, was übrigens selten oder nur kurze Zeit der Fall war, konnte eine Richtungsänderung weniger konstatiert werden. Die Winde waren in diesem Falle auch in ganz Südbayern mit dem Isobarenzug parallel (ein Beispiel bieten die Winde vom 18. August 1888 8a). Günstigere Bedingungen für eine Richtungsänderung boten hingegen Nordwestwinde. Diese trafen nämlich die Alpen bereits in einem nach Ost gerichteten Winkel, so dass, da es sich meist auch um eine heftige Luftbewegung handelte, eine Ablenkung nach E leichter eintreten konnte. Ein anderer Umstand mag diesen Vorgang noch weiter gefördert haben. Der von W oder besonders oft von SW vordringende Hochdruck fand in dieser Westwindzone am Alpenrand eine besonders günstige Stelle zum Vorstoss. Durch das heftige Abströmen der Luft am Alpenrand nach E wurde nämlich von SW den Alpen entlang gewissermassen Luft nachgezogen. Darauf deuten die Windbeobachtungen von Ottobeuren. Dieser Ort liegt in dem Grenzgebiet, in dem das Alpenvorland aus der SW-NE-Richtung (Schweiz — Schwaben) in die W-E-Richtung (Bayern — Österreich) übergeht. Jene Station wies nun, wenn die östlicher gelegenen Orte des unmittelbaren Alpen-

vorlandes meist W-Winde hatten, fast regelmässig Südwestwinde auf. Korrespondierend hiezu meldete das südwestlich davon gelegene Lindau ebenfalls häufig SW.

Die angeführte Westwindzone am Alpenrande scheint sich jedoch meist nur bis zu einer gewissen Höhe erstreckt zu haben. Hiefür sprechen die Windbeobachtungen der rund 3000 m hohen Zugspitzstation in den Niederschlagsperioden von Juni 1902 und Juli 1903. Während nämlich vom 15.—19. Juni 1902 das südliche Südbayern im Gegensatz zum Nordwest- und Nordwind des nördlichen Teils und Nordbayerns den auffallenden West und Südwest verzeichnete, meldete die Zugspitze meist NW, vereinzelt auch N. In der Zeit vom 8.—11. Juli 1903 hatte sie in ähnlichem Gegensatz NE-, NW- und N-Winde, aber keine einzige Westwindbeobachtung. Im Gegensatz zur Zugspitze meldete die rund 1500 m hohe Station auf dem Hirschberg und die etwa 1700 m hohe Station auf dem Wendelstein in den obigen Fällen überwiegend W-Winde, selten NW- und N-Winde. Bei den besonders gefährlichen Wetterlagen von 1897 und 1899 hatten die beiden Bergstationen die ganze Zeit über überhaupt keinen anderen Wind als andauernden W. In den übrigen Niederschlagsperioden, die an Gefährlichkeit nicht an jene beiden heranreichten, wechselten dort in der Häufigkeit die reinen Westwinde mit Winden ab, welche auch eine nördliche Komponente besassen.

Neben dem häufigsten Verlauf der Isobaren von N nach S oder besonders NW nach SE wurde, wie oben angeführt, in einzelnen Fällen auch eine NE-SW-Richtung des Isobarenzugs konstatiert. Dementsprechend kamen in Bayern mit dem Isobarenzug parallele NE-Winde vor.

Diese NE-Winde herrschten im Gegensatz zu den NW- und N-Winden nicht nur in Nordbayern, sondern auch in ganz Südbayern vor. Beispiele hiefür boten die Windverhältnisse vom 17.—18. August 1888, vom 1.—2. September 1888 und besonders ausgeprägt vom 1.—3. Mai 1896 (N. IV).

Eine Ostwindzone aber als Gegenstück zur Westwindzone kam am Alpenrand nicht zustande. Wohl wiesen einzelne Stationen Ost auf gegenüber dem Nordost der anderen Stationen, jedoch nur an einzelnen Beobachtungsterminen. So allgemein und so lange andauernd wie das Auftreten jener Westwinde war ein solches von Ostwinden nicht.

Was die Windstärke anlangt, die in erster Linie vom Gradienten abhängig war, so war dieselbe bei sämtlichen Windrichtungen in Südbayern im Durchschnitt stets grösser als in Nordbayern. Die heftigsten Winde von ganz Bayern wurden stets im südlichen und östlichen Teil Südbayerns, besonders aber im unmittelbaren Alpenvorland konstatiert. Windstärke 8—10 waren hier keine Seltenheit (siehe Ausführungen über die September-Wetterlage von 1899 S. 9ff.)

Schwächere Windbewegungen im Gegensatz zu den Nachbargebieten wiesen verschiedene Einzelgebiete Bayerns auf. Handelte es sich z. B. um N- und NW-Winde, so zeichnete meist das im Lee des Jura befindliche Donautal eine schwächere Luftbewegung auf als die anschliessenden Gebiete von Nord- und Südbayern. Merkwürdig war hiebei manchmal die völlige Windstille, welche die meteorologische Station Karlshuld konstatieren konnte.

Bei NE-Winden andererseits befand sich das Donautal von Regensburg bis Passau in dem besonders wirksamen Windschatten des Bayerischen Waldes; jener machte sich weit nach Niederbayern hinein geltend. Dies zeigten besonders die Windverhältnisse vom 1. und 2. Mai 1896. Während das westliche Nord- und Südbayern damals im Durchschnitt Windstärke 4 verzeichnete mit einzelnen noch höheren Beträgen, konnten Regensburg und Metten an der Donau meist nur Windstärke 2 melden. Am 2. Mai abends und am 3. früh hatte letzterer Ort überhaupt Windstille. Die relativ schwache Luftbewegung war dann noch bis Landshut und Eggenfelden zu konstatieren, welche an beiden Tagen ebenfalls nur Windstärke 2 aufzeichneten. Es war überhaupt bei NE-Winden die Luftbewegung bei den Stationen des Bayerischen Waldes und des Böhmerwaldes schwach im Gegensatz zur Luftbewegung bei mit den Gebirgen parallel streichenden NW-Winden.

Eine geringe Luftbewegung wiesen stets die in den Alpentälern eingeschlossenen Stationen auf. Windstille war nicht selten[1]).

Bei einzelnen Stationen lokalen Beeinflussungen der allgemeinen Hauptwindrichtungen und ihrer Stärke nachzugehen, würde eine Aufgabe für sich bedeuten. Auf einen interessanten Einzelfall sei jedoch besonders hingewiesen. Das bereits im Gebirge gelegene Partenkirchen wies mit dem Alpenvorland gemeinsame Windverhältnisse besonders dann auf, wenn es sich um NE handelte. Ein deutliches Beispiel gaben die Winde vom 1. September 1888 2p, 8p und 2. September 8a. Partenkirchen meldete damals an allen drei Terminen NE, und zwar von der Windstärke 8.

Luftdruckkeil und Luftstauung am Alpenrand.

Nach diesen Ausführungen über die Windverhältnisse sei es gestattet, auf den Zusammenhang der Luftströmungen mit dem bereits angeführten keilförmigen Ausbiegen der Isobaren am Alpenrand etwas einzugehen.

In Hellmanns Werk fand der auffallende Luftdruckkeil am Nordfuss der Alpen auch eine eingehende Beachtung und Kritik (7. S. 148—158), welcher der Verfasser der vorliegenden Arbeit jedoch nicht zustimmen kann. Dort wird nämlich die Annahme vertreten, dass, abgesehen von den Fällen, bei denen durch das Vorhandensein einer selbständigen Depression nördlich der Alpen und einer solchen südlich derselben die Isobaren zwischen beiden an und für sich ein keilförmiges Aussehen bekommen (keilförmiger Hochdruck zwischen zwei Depressionen), der Keil hohen Druckes im Norden

[1]) Wenn überhaupt eine Windrichtung von den Alpenstationen konstatiert wurde, so war sie naturgemäss von lokalen Verhältnissen sehr beeinflusst. Die Windrichtungen hatten dann auch nicht die Beständigkeit wie auf der freien Hochebene; es ergaben sich selbst an den einzelnen Tagen häufig wechselnde Windrichtungen, eine Erscheinung, die bei NE auch im Böhmerwald, im Bayerischen Wald und in ihrem Leegebiet, besonders im Donautal zu beobachten war.

der Alpen »ganz oder grösstenteils« auf die zwischen der Nord- und Südseite der Alpen herrschenden Temperaturunterschiede zurückzuführen sei.

In Hellmanns Werk heisst es dann an einer weiteren Stelle: Eine ähnliche Luftdruckkeilerscheinung, aber in kleinerem Massstabe, boten »die meist kleinen mit der konvexen Seite nach dem Innern des Minimums gerichteten Einbiegungen an den Sudeten oder selbst noch über diese hinaus bis zum Erzgebirge und Thüringerwald einerseits und bis zu den Karpathen andererseits« (7. S. 157). »Da hier die zwischen Nord- und Südseite der Gebirge etwa herrschenden Temperaturunterschiede bei den geringen Kammhöhen nicht ausreichen, um diese Erscheinung ebenso wie die Keile hohen Druckes an den Alpen als einen Temperatureffekt zu deuten, so bleibt wohl nur die Vermutung übrig, dass man es hier mit einer Stauung der Luft an den Gebirgen zu tun hat.« »Bei den hier in Frage kommenden Wetterlagen herrscht ja meist eine auf die Gebirge gerichtete lebhafte Luftbewegung, die man als Vorbedingung für die Möglichkeit einer Stauung der Luft ansehen muss. Insofern unterscheiden sich diese Fälle kleiner Keilbildungen an den Mittelgebirgen von denen der grossen Keile an den Alpen. Denn bei diesen ist die Luftbewegung am Nordfuss des Gebirges gewöhnlich nur schwach, bisweilen nicht einmal direkt darauf hingerichtet. Vielfach herrscht sogar Windstille. Aus diesem Grunde kann die Wahrscheinlichkeit, dass der Keil hohen Druckes an den Alpen zu einem merklichen Betrage auf eine Stauung der Luft zurückzuführen ist, nur als gering angesehen werden.« (7. S. 158.)

Auf diese Ausführungen Hellmanns über den Luftdruckkeil am Nordfuss der Alpen muss vor allem erwidert werden, dass das dort über die Windverhältnisse im Alpenvorland Gesagte nicht mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmt. Wohl handelt es sich zur Zeit der Hauptniederschlagstage fast stets um nicht direkt gegen das Gebirge anstehende Winde wenigstens in den unteren Luftschichten. Diese West- und Südwestwinde waren indes nichts als durch die relativ hohe Alpenmauer aus der primär gegen das Gebirge gerichteten Richtung in eine mit dem Gebirge parallele Richtung gebrachte Luftströmung. Da nun auf diese sogenannte Westwindzone des südlichen Teiles von Südbayern die Nord- und Nordwestwinde von dessen nördlichem Teil und von Nordbayern drängten, kann nicht zweifelhaft sein, dass eine Luftstauung am Alpenrand eintrat, wenn auch die Winde nicht direkt darauf gerichtet waren. Eine Stauung der Luft musste um so mehr eintreten, als die anfänglich breite Hochebene für die nach Osten strömenden Luftmassen zwischen den Alpen und den Böhmerwaldausläufern ein immer engeres Strombett darbot.

Die Luftstauung drückte sich dann vor allem darin aus, dass entgegen der Annahme bei Hellmann gerade am Alpenrande sehr heftige Luftbewegung, und zwar stets die heftigste von ganz Bayern konstatiert werden konnte. (S. Niederschlagskarten.) Schwache Winde oder gar Windstillen wurden manchmal nur von den abgeschlossenen Gebirgsstationen gemeldet.

Die Meinung des Verfassers geht nun dahin, dass dieselben Gründe, die Hellmann für die Erklärung der kleinen Luftdruckkeile an der Nordseite der Mittelgebirge als Stauungserscheinungen anführt, vor allem eine gegen das Gebirge gerichtete heftige Luftbewegung (7. S. 158), auch für die Erklärung des im grossen ausgeprägten Luftdruckkeiles am Nordfuss der Alpen angeführt werden können. Dazu kommt noch in jener Einengung der abgelenkten Luftmassen ein die Luftstauung besonders förderndes Moment. Der Schluss ist also der, dass der Luftdruckkeil am Nordfuss der Alpen wesentlich auf Luftstauung zurückzuführen ist. Damit soll aber nicht geleugnet werden, dass auch die Temperaturgegensätze zwischen dem Norden und Süden der Alpen auf die Ausbildung des Luftdruckkeils einen Einfluss ausüben. Doch dürfte letzterer Umstand hinter dem Stauungsmoment zurückstehen.

Dafür spricht folgende Tatsache. War die allgemeine Isobarenrichtung eine NE-SW liche und herrschten NE-Winde im N der Alpen vor, so war weder eine Ablenkung der Winde zu E-Winden noch ein nach W gerichteter Luftdruckkeil zu konstatieren. Die Alpen bildeten nämlich in diesem Fall, wie schon im Abschnitt über die Windverhältnisse ausgeführt worden ist, nicht in gleichem Masse eine die Richtung störende Schranke, wie dies für N- und NW-Winde der Fall ist. Wenn aber nach der Annahme in Hellmanns Werk für die Entstehung des Luftdruckkeils die zwischen der Nord- und Südseite der Alpen herrschenden Temperaturunterschiede »ganz oder grösstenteils« massgebend wären, so müsste auch in jenen Fällen ein Luftdruckkeil vorhanden sein[1]).

Charakteristik des Niederschlags.

Bevor die allgemeinen Züge der Niederschlagsverteilung selbst mitgeteilt werden, sei erst eine kurze Charakteristik des Niederschlags vorausgeschickt.

Eine Eigentümlichkeit zu Beginn der Niederschlagsperioden war das Auftreten der Niederschläge in Begleitung von Gewittern. Diese waren jedoch keine thermisch bedingten Gewitter wie die lokalen Sommergewitter, sondern dynamisch, d. h. durch die von Hoch- und Tiefdruck ausgelösten Luftströmungen bedingte Gewitter. Ausführlich auf die Gewitter einzugehen, würde den Rahmen der vorliegenden Untersuchung überschreiten. Es wäre das eine Aufgabe für sich. Nur so viel sei erwähnt, dass die Gewitter eine allgemeine Erscheinung zu Beginn der durch Ostdepressionen verursachten Wetterlagen zu sein scheinen. Nach Hellmann (7. Seite 190) dürften die Gewitter, die auch in den Sudetenländern zu konstatieren waren, auf die Teilminima an der Vorderseite des noch im Süden befindlichen Hauptminimums zurückzuführen sein, die »häufig in eine Rinne tieferen Drucks zwischen einer südlichen und einer nördlichen Depression hineinreichen«.

[1]) Falls ein Luftdruckkeil am Nordfuss der Alpen vor allem auf Temperaturunterschiede zwischen den beiden Alpenseiten zurückzuführen ist, dann ist es hauptsächlich derjenige, welcher dort häufig auf der Rückseite der im Norden von West nach Ost vorüberziehenden Depressionen entsteht.

In Bayern, das im westlichen Randgebiet der Depressionen sich befand, schienen die Gewitter häufig mit dem Vorrücken des westlichen Hochdrucks in Zusammenhang zu stehen. Dafür sprechen z. B. die am 28. Juli 1897 beobachteten Gewitter, welche in drei zeitlich getrennten Ausbildungen Nord- und Südbayern in breiter Front ungefähr von W nach E durchzogen.

Das wesentlichste Moment der mit diesen Frontgewittern zusammenhängenden Niederschläge war indes, dass diese im Gegensatz zu den lokalen Wärmegewitterregen eine weite Ausbreitung hatten und insofern auch ihren Teil zur Hochwassergefahr beitrugen. Auch war es für Nordbayern eigentümlich, dass hier die Gewitterregen häufig höhere Beträge lieferten als die nachfolgenden Regen der Hauptniederschlagstage.

Das Charakteristikum der Hauptniederschlagstage war der sogenannte Landregen. Dieser hat seine Bezeichnung davon, dass er eine sich weit über das Land erstreckende Verbreitung aufweist und tagelang andauert. Zuweilen kamen zwar auch noch im Anfang der Landregenperiode Gewitter vor, aber nur mehr sehr vereinzelt.

Was den Beginn des starken Landregens anlangt, so war die Regel, dass dieser in Südbayern früher als in Nordbayern eintrat, und zwar dort meist im westlichen Teil früher als im östlichen. Die Ursache hiefür mag in dem von SW oder W vorrückenden Hochdruck zu suchen sein. Dieser betraf das westliche Südbayern früher als das östliche.

Noch auf eine andere Weise konnte jenes den früheren Beginn der Starkregen aufweisen, nämlich, wie ein Beispiel zeigte, durch ein nahegelegenes Teiltief der oberitalienischen Depression. Dies war der Fall am 17. Juni 1902, als über dem Engadin ein Teiltief sich befand. Eine gleiche Wirkung übte am 29. August 1890 eine Tiefdruckzunge aus, welche ein oberitalienisches Tief damals bis fast zum Bodensee vorschob.

Wenn es sich hingegen um eine Hauptdepression handelte, die von der Balkanhalbinsel her sich der Vb-Bahn näherte, so konnte die hiedurch verursachte Periode stärkerer Niederschläge zuerst in dem zunächst gelegenen Südostbayern eintreten. Dies war z. B. der Fall im Mai 1897, als ein von der Balkanhalbinsel heraufgekommenes Minimum, das am 14. früh bei Hermannstadt lag, im östlichen Südbayern in der Nacht zum 14. nicht nur eine wesentliche Zunahme der Windstärke zur Folge hatte, sondern auch eine solche der Niederschlagsmengen.

Was das Ende der ganzen Niederschlagsperioden betrifft, so trat dasselbe meist in Nordbayern früher ein als in Südbayern. Am spätesten hörte der Regen gewöhnlich im östlichen Teil von Südbayern auf und dann vor allem am Gebirgsrand. Die bis zum Ende des Niederschlags gegen das Gebirge geführten Luftmassen fanden hier immer noch so günstige Auftriebsbedingungen, dass sie zur Abgabe der letzten Feuchtigkeit gezwungen wurden.

Die Anzahl der Hauptregentage war im wesentlichen abhängig von der Zugsgeschwindigkeit der Depressionen. Mit Ausnahme weniger Fälle, besonders der von 1888 und 1889, war den Depressionen ein verhältnismässig langsames Wandern eigentümlich; oft wurden sie fast stationär und gestalteten sich deshalb für die betroffenen Gebiete besonders gefährlich. Im Durchschnitt handelte es sich bei den meisten Fällen um 4—5tägige zusammenhängende starke Landregen. Dies gilt hauptsächlich nur für Südbayern, von Nordbayern jedoch nur für den Bayerischen Wald und den südlichen Böhmerwald. Im übrigen Nordbayern nahm die Gesamtniederschlagsdauer in der Regel nach NW ab.

Auf eine besondere Merkwürdigkeit bei den behandelten Niederschlagsperioden sei vor allem aufmerksam gemacht. Es konnte nämlich an den Hauptniederschlagstagen aller Niederschlagsperioden in bestimmten Gebieten neben Regen oder auch allein mehr oder weniger ausgedehnter Schneefall konstatiert werden.

Schneefall verursachten nämlich die behandelten Ostdepressionen nicht nur im Frühjahr und Herbst, sondern auch im Sommer. Doch blieb er dann meist auf die Berge beschränkt. Zweimal ging der Schneefall im Sommer tiefer herunter, im Juni 1902 und anfangs August 1888. Das gleiche war auch bei zwei Herbstfällen der Fall. Dagegen hatte bei allen Frühlingsperioden (Mai 1911 ausgenommen) meist ganz Südbayern Schneefall erhalten, dazu von Nordbayern gewöhnlich noch der Bayerische Wald und der Böhmerwald. Wenn Fichtelgebirge und Frankenwald unerwähnt blieben, so beruht das zum Teil auf dem Mangel an Stationen, welche Auskunft geben könnten[1]).

Dieser Eintritt des Schneefalls im Sommer und Herbst im Gebirge und im Frühjahr fast in ganz Südbayern dürfte im wesentlichen darauf beruhen, dass die 5b-Depressionen infolge ihres meist weit nach N reichenden Wirkungsbereiches von dort kalte Luftmassen nach S führen und, was besonders massgebend ist, dieser Vorgang tagelang andauert. Ein solcher langdauernder Transport kalter Luft von Nord nach Süd wird den Ostdepressionen vor allem dann möglich, wenn sie die Luftmassen über Mitteleuropa allein beherrschen, also keine nördliche Depression besteht, welche die kalten nördlichen Luftmassen unter ihre Herrschaft zwingen und somit der Ostdepression abschneiden würde.

Die Niederschlagsverteilung.

Hellmann fand in seiner Untersuchung die Westseite der Depressionen als diejenige Seite des ganzen Depressionsbereiches, welche gewöhnlich die stärksten Niederschläge aufwies (7. S. 183). Dieser Westseite der Depressionen gehört nun auch Bayern an. Doch bietet hier die Niederschlagsverteilung, wie die gezeichneten Niederschlagskarten ergaben, auch nicht annähernd ein Bild gleichmässiger Ausbildung. Es hat nicht das ganze Land unter starken Niederschlägen zu leiden.

Das Auffallendste auf den Niederschlagskarten war stets die ganz bedeutend grössere Überregnung Südbayerns gegenüber Nordbayern. Während dieses gewöhnlich nur einige Isohyeten durchzogen, drängten sich dieselben in Süd-

[1]) Bemerkenswert ist, dass der durch die Ostdepressionen verursachte Schneefall für die Talstationen im Gebirge und für die Stationen in Süd- und Nordbayern häufig den letzten oder ersten Schneefall im Jahr darstellte.

bayern geradezu (siehe die Niederschlagskarten und Tafel I). Den grössten Gegensatz in dieser Beziehung schuf von den behandelten Wetterlagen die vom September 1899 (siehe auch Blockdiagramm auf S. 15).

Ein weiteres interessantes Hauptresultat war, dass hinsichtlich der Niederschlagsverteilung in den Alpen die Maximalzone meist schon über den Kalkalpen sowie manchmal noch über den Schieferalpen zu liegen kam. Südlich der genannten Alpenteile nahmen die Niederschlagsmengen gegen die Zentralalpen wieder ab; südlich des Alpenkamms selbst waren die Niederschlagsbeträge stets sehr gering, sehr häufig meldeten dort die Stationen überhaupt keinen Niederschlag mehr. (Nordföhn!)

Es stellten sich aber auch in Nord- und Südbayern selbst wieder grössere Unterschiede in den Niederschlagsmengen heraus, und zwar hauptsächlich zwischen E und W.

Von Nordbayern erhielt in der Regel das Gebiet östlich des Jura die grössere Niederschlagsmenge. Der meiste Niederschlag wurde in Nordbayern gewöhnlich im Bayerischen Wald und im südlichen Böhmerwald gemessen.

Auch in Südbayern zeigte sich in der Regel der E meist mehr überregnet als der W. Hiebei konnte es sich um sehr bedeutende Unterschiede handeln (siehe Tafel II). Dieser Gegensatz zwischen dem W und E kam nicht nur in den Regenmengen der Hochebenen zum Ausdruck, sondern auch innerhalb des Gebirges.

Was nun die Erklärung dieser Anordnung der Niederschlagsmengen in Bayern anlangt, so boten hiezu die Niederschlagskarten vor allem dann ein leichter erklärbares und gleichmässiger ausgeprägtes Bild der Niederschlagsverteilung, wenn die Depression innerhalb der 24 Stunden, welche die jeweilige Niederschlagskarte umfasste, ziemlich stabil blieb, ihre Lage also wenig veränderte, oder, wenn sie wanderte, ihre Bewegungsrichtung nicht wesentlich änderte und damit auch die Windrichtungen keiner grossen Änderung unterwarf.

Es ergab sich dann, dass die nähere Anordnung der Niederschlagsmengen vor allem zu den oben geschilderten eigenartigen Windverhältnissen in Beziehung stand.

Die hauptsächlichste Windrichtung war bei den behandelten Niederschlagsperioden, wie oben ausgeführt, der NW neben dem N. Da nun in Nordbayern die orographischen Verhältnisse ein mit diesen Winden meist paralleles Streichen aufweisen, strömten die Luftmassen dort über das Land hinweg, ohne besonders zum Aufsteigen und dadurch zu besonderer Feuchtigkeitsabgabe gezwungen zu werden. Die Niederschlagsverteilung regelte sich dementsprechend in Nordbayern meist derart, dass sich die grösseren Beträge im höheren östlichen Teil, der sich zudem näher an der Depression befand, und die höchsten Beträge in den Kammgebieten der Mittelgebirge ergaben.

Hätten nun die Luftmassen die in Nordbayern innegehabte NW-SE- oder N-S-Richtung auch in Südbayern weiter beibehalten, so wären sie hier durch die quer streichende Hochebene ständig zum Aufsteigen gezwungen worden. Die Niederschlagsmengen hätten dann mit steigender Höhe zugenommen, die Isohyeten wären parallel mit den Isohypsen verlaufen.

Wie aber bereits im Abschnitt über die Windverhältnisse ausgeführt worden ist, kam meist in Südbayern zum grossen Teil W oder selbst SW vor. Die NW-Winde beschränkten sich mehr auf den nördlichen Teil; aber auch hier hatten sie in der Niederschlagsperiode vom September 1899 den W-Winden Platz gemacht. Wie nun die Niederschlagskarten vom 13. und 14. September zeigen, nahm damals in Südbayern die Niederschlagsmenge von W nach E zu, und zwar in besonders typischer Weise; die Niederschlagszunahme erfolgte also senkrecht zur Windrichtung und ohne Beziehung zur Orographie.

Als Erklärungsversuch für diese eigenartige Erscheinung mag angeführt werden, dass der anfänglich im westlichen Südbayern breite ostwärts gerichtete Luftstrom in dem Winkel zwischen Böhmerwaldausläufern und Alpen durch die zunehmende Verengerung seines Strombettes besonders stark zum Aufsteigen gezwungen wurde. Die Luftstauung und damit die Tendenz zum Aufsteigen wurde dort durch die von Nordbayern andrängenden NW-Luftmassen noch weiter gesteigert. Die Folge war, dass die in jenem Winkel gestaute Luft auf alle, noch westwärts gelegenen Luftmassen eine ähnliche Wirkung ausüben musste wie ein Gebirge, durch welches anstehende Winde schon in weiterer Entfernung zum Aufsteigen gezwungen werden. Wie sehr dieser Vorgang in der Ausbildung der Niederschlagsverteilung in Südbayern massgebend war, und wie wenig dieselbe durch die verschiedene Höhe der südlichen und nördlichen Hälfte Südbayerns beeinflusst wurde, zeigt sich darin, dass die niedriger gelegenen Orte des nördlichen Südbayern nicht geringere Beträge aufwiesen als die höher gelegenen Orte der südlichen Hälfte von der gleichen geographischen Länge. Wenn diese Erscheinung auf der Niederschlagskarte vom 13. September 1899 (N. I) in Südbayern östlich der Isar nicht mehr ganz zu stimmen scheint und hier das südliche Südbayern doch höhere Beträge aufwies als das nördliche, kann hiefür als Ursache angeführt werden, dass im östlichen Südbayern der NW-Strom Nordbayerns den W-Strom Südbayerns gegen das Gebirge drängte, so die Hebung der Luftmassen an dessen Rande noch weiter förderte und jene Steigerung der Niederschlagsmenge herbeiführte.

Dass besonders am 13. und 14. September 1899 diese W-E-Zunahme des Niederschlags in Südbayern so ausgeprägt zustande kam, dafür dürfte der Grund darin gelegen sein, dass damals die W-E-Strömung auch in grössere Höhen hinaufgereicht hatte.

Ein ähnliches deutliches Beispiel für einen reinen S-N-Verlauf der Isohyeten wenigstens im östlichen Südbayern boten auch die Niederschlagskarten vom 31. Juli 1897 und vom 18. Juni 1902. Wie beim Beispiel von 1899 war auch damals fast im ganzen östlichen Südbayern auch in den oberen Luftschichten eine W-E-Trift vorhanden. Weihenstephan (Eggenfelden), München, Burghausen und Traunstein meldeten, wenn der Wolkenzug zu beobachten war, Wolkenzug nach E.

Wenn hingegen in den grösseren Höhen der NW oder N erhalten blieb, was eben aus dem Wolkenzug zu entnehmen war, so scheint dieser Umstand mehr eine NW-SE-Zunahme des Niederschlags begünstigt zu haben. Ein Beispiel hiefür bietet die Niederschlagskarte vom 12. September 1899. Die Isohyeten verliefen ungefähr parallel mit den

Isohypsen und etwa senkrecht zu der allgemeinen Hauptwindrichtung auf der Westseite des Depressionsgebietes, die eine NW-SE liche, und annähernd parallel mit der Isobarenrichtung war. Die südlich der Breite von München konstatierten Westwinde dürften sich nur auf die unteren Luftschichten beschränkt haben. In grösseren Höhen dagegen (über 2000 m etwa) blieb auch hier die Luftbewegung gegen die Alpen gerichtet. Anzeichen hiefür waren einige Wolkenzugsbeobachtungen. So konnte Reichenhall neben einem W-E-Zug der Wolken am 11. abends, am nächsten Morgen auch einen NW-SE lichen Wolkenzug beobachten. Auch der Hohenpeissenberg konnte neben W noch NW im Wolkenzug melden. Zudem verzeichneten Ottobeuren und Schongau neben SW und W auch noch NW als Bodenwind, so dass dort auch in den unteren Schichten die Luftbewegung zeitweise gegen das Gebirge gerichtet war.

Wenn dann auch die unteren Winde im südlichen Südbayern vorherrschend NW und N waren, das Westwindphänomen selbst hier noch nicht ausgebildet war, was manchmal zu Beginn der Niederschlagsperioden der Fall war, dann war die Niederschlagszunahme vorwiegend N-S oder NW-SE.

Ein Beispiel hiefür ergab die Niederschlagskarte vom 19. August 1888. Nach der Isobarenkarte vom 18. August früh befand sich die für den Niederschlag massgebliche Depression mit ihrem Kern am Westrand der Donauinsel Schütt. Die Isobaren verliefen hiebei über Bayern in fast N S-Richtung. Die Winde in Nordbayern waren wie in Südbayern N und NW. Da die Depression im Laufe des 18. mehr eine östliche als eine nordwestliche Verlagerungstendenz aufwies, welch letztere für die Entstehung eines Luftdruckkeils besonders günstig ist und damit für die Ausbildung einer Westwindzone in Südbayern, unterblieb dieselbe während des 18. August. Statt des gewöhnlichen W meldete jetzt auch der Wendelstein NW früh, mittags und abends. So verliefen denn auch auf der Niederschlagskarte vom 19. früh die 10, 20 und 30 mm Isohyeten, welche am Alpenrand und über den ersten Vorbergen lagen, fast parallel mit dem Gebirgsstreichen. Die westlichen Gebiete Südbayerns standen an Niederschlagsreichtum mit den östlichen fast gleich, während sonst bei dem Westwindphänomen diese eine stärkere Überregung aufwiesen als jene.

Weitere Beispiele für Niederschlagszunahme gegen das Gebirge zu, also von N nach S oder von NW nach SE, zeigten die Niederschlagskarten vom 8. Juni 1892 und vom 15. Mai 1897 (siehe N. V). Bei beiden Fällen fehlte wie bei dem obigen Beispiel die Tendenz der Tiefdruckausbreitung nach N oder NW mit ihren Folgen. Die Depressionen lagen SE lich von Bayern, kamen nicht weiter nördlich herauf, sondern verlagerten sich mehr nach E. Die Winde, die im südlichen Südbayern wehten, waren auch wieder wie im nördlichen hauptsächlich NW. Auf der Niederschlagskarte vom 15. Mai 1897 sehen wir daher die Isohyeten von SW nach NE senkrecht zur Windrichtung ziehen, die Niederschläge also ausgeprägt gegen das Gebirge zunehmen.

Neben den NW- und W-Winden ergab sich bei den behandelten Niederschlagsperioden manchmal auch eine NE-SW-Strömung der Luftmassen.

Während nun NE-Winde in der Regel für Bayern eine trockene Witterung bedingen, stellte sich bei den durch unsere Ostdepressionen bedingten NE-Winden die Eigentümlichkeit heraus, dass sie im wesentlichen nicht minder heftige Regenbringer sein konnten wie die gewöhnlichen Regenbringer in Bayern, die W- und NW-Winde. An die durch die Ostdepressionen bedingten NW- und W-Winde reichen sie, was Niederschlag anlangt, indes nicht ganz heran.

Ein deutliches Beispiel für einen regenbringenden NE bot die Wetterlage vom 1. September 1888. Vom 1. bis 2. September wehte über Südbayern ständig NE. Der damit verbundene Landregen ergab bei der Messung am 2. September früh in Nordbayern wieder nur geringe Beträge, nämlich unter 5 mm; in Südbayern jedoch massen bereits Landshut und Eggenfelden sowie Weihenstephan und Augsburg Niederschlagsmengen über 10 mm. Gegen SW nahmen dann die Beträge noch weiter zu. Landsberg und Memmingen verzeichneten bereits 25 bezw. 28 mm, Kempten 30 mm, Hohenpeissenberg 40 mm; Lindau, am weitesten im SW, hatte den Höchstbetrag von den vorhandenen Stationen Südbayerns aufzuweisen, nämlich 59 mm. Diesmal lag also das Maximalgebiet im SW Südbayerns, während es bei W- und NW-Winden im SE zu liegen pflegt.

Auch auf der Niederschlagskarte vom 2. Mai 1896 erfolgte die Zunahme des Niederschlags von NE nach SW (s. N. IV). So setzten Beträge über 10 mm westlich der Isar bereits südlich der Linie Weihenstephan—Augsburg ein; München (Zentralstation) konnte schon 18 mm verzeichnen (die Sternwarte 22 mm), Landsberg ebenfalls 18 mm. Östlich der Isar dagegen meldeten über 10 mm erst die Stationen im unmittelbaren Alpenvorland, so Rosenheim 12 mm und Traunstein 11 mm. Während dann im westlichen Teil die Stationen über 20 mm sich noch vor dem Alpenrand befanden, fielen sie im östlichen Teile Südbayerns bereits in das Gebirge.

Schon bei dem Beispiel vom 2. September 1888 fiel auf, dass auch die Stationen des Bayerischen Waldes und des südlichen Böhmerwaldes, soweit dieselben zu Bayern gehören (also die seiner westlichen Seite), dieselben geringen Niederschlagsmengen aufwiesen wie diejenigen des übrigen Nordbayern. Die gleiche Erscheinung war auch bei dem Beispiel von 1896 der Fall. Von den vorhandenen 5 Stationen des Bayerischen Waldes meldete nur Oedwies, im Kammgebiet desselben gelegen, über 5 mm (5,3 mm). Die übrigen Stationen verzeichneten weniger Niederschlag. Pilgramsberg meldete sogar 0 mm, was etwas zweifelhaft ist. Die zwischen Böhmerwald und dem Bayerischen Wald eingeschlossenen Stationen des Regentales massen nur 1,9 bezw. 0,4 mm. Die bayerischen Stationen des Böhmerwaldes konnten indes wieder mehr Niederschlag verzeichnen, aber auch nur unter 10 mm. Die bereits zur Ostseite des Böhmerwaldes gehörigen österreichischen Stationen Nepomuk und Fuchsberg hatten jedoch mit 15,5 mm bezw. 10,0 mm höhere Beträge aufzuweisen. Dies war nun auch der Fall, wie aus der Luftdruckkarte Hellmanns vom 2. Mai 1896 7a hervorgeht (H. T. 33, 11 f.), auf der nämlich die abgerundeten Niederschlagsbeträge vom 1. Mai und von der Nacht zum 2. eingetragen sind. Darnach befand sich auf der Ostseite des Böhmerwaldes ein Niederschlagsgebiet mit Beträgen von 20—50 mm.

Die geringen Niederschlagsmengen auf der Westseite des Böhmerwaldes lassen sich also dadurch erklären, dass es sich hier gemäss der NE-SW-Luftströmung um ein Leegebiet handelte, während sich auf der Ostseite ein Luvgebiet ausgebildet hatte.

Die NE-Winde der damaligen Wetterlage waren überhaupt für die Ausbildung von Luv- und Leegebieten günstig. Auf der angeführten Isobarenkarte verliefen die Isobaren fast geradlinig von Polen über Schlesien und dann über Böhmen und Bayern, also von NE nach SW. Die mit ihnen parallele NE-SW-Luftströmung stieg erst an der NE-Seite der Sudeten aufwärts, lieferte hier Beträge von 20—50 mm, senkte sich jenseits des Gebirges wieder herab in das böhmische Becken; die Beträge gingen hier im Lee der Sudeten unter 20 mm herab; mit der Annäherung an den Böhmerwald kam dann der Luftstrom wieder ins Steigen, jenseits des Böhmerwaldkammes trat jedoch wieder ein Sinken ein.

Diesem Vorgang entsprach die Ausbildung der oben besprochenen Luv- und Leegebiete zu beiden Seiten des Böhmerwaldes. Zum dritten Male kam der Luftstrom, der im Leegebiet des Böhmerwaldes und Bayerischen Waldes bereits eine merkbare Abschwächung aufwies, wieder ins Steigen, als er auf die südbayerische Hochebene gelangte. Mit zunehmender Höhe verstärkte sich dort neben der Windstärke auch wieder die Niederschlagsintensität. Die Folge war von neuem die Ausbildung eines Luvgebietes, das in das unmittelbare Alpenvorland zu liegen kam und die oben angeführten Beträge aufwies. Im ganzen kamen also damals drei Luvgebiete und zwei Leegebiete zustande.

Hauptniederschlagsgebiete.

Entsprechend der gewöhnlichen, mit den Hauptwindrichtungen übereinstimmenden Niederschlagszunahme in Südbayern von NW nach SE und von W nach E einerseits und der selteneren von NE nach SW andererseits lagen in der Regel die Hauptniederschlagsgebiete der Einzeltage meist im SE, und nur manchmal, bei NE-Winden im SW Bayerns, und zwar befanden sich hiebei die grössten Niederschlagsbeträge im Alpenrandgebiet und über den Kalkalpen.

Wenn man aber die Niederschlagssummen der ganzen Niederschlagsperioden ins Auge fasst, so ergab sich, dass dann fast stets das südöstliche oder überhaupt das östliche Alpenvorland und Kalkalpengebiet die grössten Regenmengen aufwies; dies erklärt sich daraus, dass sich jene NE-SWliche Niederschlagszunahme im Laufe der Niederschlagsperioden häufig in eine NW-SEliche umwandelte. Da zudem die letzten Tage der Niederschlagsperioden meist durch grössere Niederschlagsintensität ausgezeichnet waren als die ersten, konnte dadurch ein Überwiegen der Regenmengen in den östlichen Gebieten eintreten gegenüber den westlichen. Ausserdem muss noch erwähnt werden, dass die östlichen, besonders südöstlichen Teile, wie bereits ausgeführt, meist die längste Niederschlagsdauer aufwiesen.

Aber nicht bei allen Fällen waren die Hauptniederschlagsgebiete im unmittelbaren Alpenvorland und über den Kalkalpen gelegen. Bei den in das Frühjahr fallenden Niederschlagsperioden von Mitte März 1894, von Anfang Mai 1896 und von Mitte Mai 1897 ergaben die Niederschlagskarten die Maximalzone des Niederschlags manchmal schon auf der Hochebene, vor dem Gebirge.

Ein deutliches Beispiel hiefür boten besonders die Niederschlagskarten vom 2. bis 5. Mai 1896. Am 2. Mai lag die bei NE-Winden in Südwestbayern zustande gekommene Maximalzone vor dem Alpenrande. (N.K. IV.) Sie wies Beträge über 20 mm auf, im Gebirge gingen indes die Beträge darunter. Auf der Niederschlagskarte vom 3. Mai kamen die grössten Beträge (über 20 mm) einerseits wieder in einer schmalen Zone nördlich des Alpenrandes vor, andererseits in einem breiteren Gebiet, dessen Achse ungefähr die Linie Augsburg—Eggenfelden bildete. Letzterer Ort wies mit 35,7 mm die grösste Regenmenge von ganz Südbayern auf. Am 4. Mai früh konnte fast ganz Südbayern Beträge über 20 mm messen gegenüber den geringeren Niederschlagsmengen der Talstationen in den Kalkalpen und südwärts davon. Es kamen auf der Hochebene noch Mengen über 30 mm vor, welche eine eigentümliche Anordnung aufwiesen. Ihre Zone erstreckte sich vom Hohenpeissenberg und von Benediktbeuern ENEwärts bis über Landshut hinaus. Auch auf der Niederschlagskarte vom 5. Mai, welche eine regelmässige Niederschlagszunahme von NW nach SE aufwies, verzeichneten die Stationen der Hochebene höhere Beträge als die Gebirgsstationen. Das Maximalgebiet mit über 30 mm lag östlich des Inn und wies eine N-S-Erstreckung von der Donau bis zum Hausruck auf.

Eine Verschiebung des Hauptniederschlagsgebietes von den Alpen immer mehr auf die Hochebene hinaus zeigten auch die Niederschlagskarten vom 14. bis 16. Mai 1897. Befanden sich am 14. Mai die grössten Beträge mit über 10 mm noch über den Kalkalpen, so kamen die Maximalmengen am 15. Mai bereits über die Vorberge und das unmittelbare Alpenvorland zu liegen. Im Durchschnitt wurden hier über 50 mm gemessen. Benediktbeuern verzeichnete sogar den etwas fraglichen Wert von 126 mm. Am 16. Mai lag das Hauptniederschlagsgebiet bereits über dem nördlichen Südbayern. Von Weihenstephan erstreckte sich damals ein Gebiet mit über 30 mm ostwärts über Eggenfelden hinaus. Die übrigen Stationen der östlichen Hochebene hatten über 20 mm, die Stationen der westlichen Hochebene über 10 mm gemessen; beiderseits betrugen die Niederschlagsmengen mehr als die der Stationen der angrenzenden Gebirgsteile.

Diese angeführte Verschiebung der Hauptniederschlagsgebiete auf die Hochebene hinaus dürfte darauf zurückzuführen sein, dass bei den Frühjahrsfällen infolge geringerer Höhe des Kondensationsniveaus als bei den Sommer- und Herbstfällen die Hauptfeuchtigkeit der Luft bereits über der Hochebene ausgeschieden wurde.

Neben dieser in obigem Sinn erklärbaren Abweichung der geographischen Lage der Hauptniederschlagsgebiete von der Regel konnte eine solche auch sonst noch manchmal festgestellt werden. Dies war meist zu Beginn der Niederschlagsperioden der Fall, wenn nämlich die Witterungsfaktoren über den einzelnen Teilen Bayerns während der 24 Stunden, welche die einzelnen Niederschlagskarten umfasste, noch nicht ganz einheitliche waren. Auf diese Ausnahmen näher einzugehen, würde mehr meteorologisches Material erheischen, als zu Gebote stand. Dies gilt z. B. für die Niederschlagsverteilung

einzelner Tage der Fälle von 1890 und 1902, bei denen vor allem zu beachten ist, dass es sich bei ihnen nicht um das sonst übliche grosse Hochdruckgebiet im W und NW handelte, sondern nur um einen dort lagernden Hochdruckrücken.

Wie für die Niederschlagsverteilung im grossen die allgemeinen orographischen Verhältnisse von Einfluss waren, so kam manchmal auch auf kleinerem Gebiete der orographische Einfluss in der Ausbildung der Niederschlagsmengen zur Geltung, aber auch in Zusammenhang mit der jeweiligen Windrichtung.

Bei dem Mangel an genügend zahlreichen Vergleichsstationen, welche bei dem Nachweis jenes Einflusses notwendig wären, seien nur die auffallendsten Beispiele erwähnt.

In Nordbayern beschränkten sich diese auf den Osten, da der Westen bei den verhältnismässig geringen Niederschlagsmengen eine Unterscheidung in regenärmere und regenreichere Gebiete weniger zuliess. Dort zeichnete sich nun hauptsächlich bei nördlichen Winden der im Lee des Fichtelgebirges befindliche Teil der Oberpfalz häufig durch geringere Niederschlagsmengen aus, als sie die Umgebung aufwies. Das gleiche war der Fall bei dem zwischen Böhmerwald und dem Bayerischen Wald eingeschlossenen Regental. Am deutlichsten aber von ganz Bayern kam als Leegebiet das im Schutz des Jura befindliche Donautal zum Ausdruck. Da der N und NW bei den behandelten Fällen die häufigsten Winde waren, war jenes sehr oft der Fall; bei den selteneren NE-Winden zeichnete sich andererseits das Donautal von Regensburg bis Passau durch relative Niederschlagsarmut aus, indem dann hier der Böhmerwald und der Bayerische Wald das Leegebiet bedingte.

Auch in Südbayern war infolge der ziemlich gleichförmigen Ausgestaltung der Hochebene wenig Gelegenheit vorhanden zu einer merkbaren Ausprägung des orographischen Einflusses auf die Niederschlagsmenge im kleinen Massstabe. Es war aber auch die Zahl der Stationen in den einschlägigen Jahren häufig noch zu gering.

Nur die Einbuchtungen des Alpenrandes kamen manchmal im Isohyetenverlauf deutlicher zum Ausdruck. Dies pflegte besonders dann einzutreten, wenn es sich in der Windrichtung um einen direkt gegen das Gebirge gerichteten Luftstrom handelte, sei es dass dieser auch nur in den oberen Luftschichten ausgeprägt war. Dies war z. B. der Fall bei der Regenverteilung am 12. September 1899.

Was den Unterschied in den Niederschlagsmengen von Berg- und Talstation betrifft, so war derselbe an einzelnen Tagen bei den verschiedenen Vergleichsstationen nicht immer gleichsinnig. Ein Grund hiefür mag in der durch die meist sehr heftig wehenden Winde bedingten Schwierigkeit einer genaueren Niederschlagsmessung liegen, wie dies bei Schneefall besonders auf den Bergstationen eintreten musste.

Auffallend war nun, dass die Talstationen häufig bedeutend mehr Niederschlag aufzuweisen hatten als die Bergstationen. Diese dürften dann bereits höher gelegen sein als die Hauptkondensationszone, was bei den relativ kalten Luftmassen, um die es sich bei den lange andauernden N- und NW-Winden meist handelte, sogar bei der rund 1500 bezw. 1800 m hohen Station auf dem Hirschberg und auf dem Wendelstein eintreten konnte.

Besonders massen die Talstationen in den Fällen mehr, bei denen im südlichen Südbayern das Westwindphänomen ausgebildet war. Dagegen war der Unterschied geringer oder hatten die Bergstationen manchmal mehr Niederschlag erhalten, wenn der Luftstrom direkt gegen das Gebirge gerichtet war.

Niederschlagswerte.

Zur Orientierung über die Niederschlagsmengen, um welche es sich bei den behandelten Niederschlagsperioden handelte, möge folgende allgemeine Übersicht dienen:

1. Die Niederschlagsmessungen vom 3. und 4. August 1888 ergaben als niederschlagsreichste Gebiete das östliche Südbayern und die südlichen Teile des Bayerischen Waldes und des Böhmerwaldes; Eggenfelden summierte in den zwei Tagen 79 mm, Traunstein 70 mm, Reichenhall 94 mm und Bad Kreuth 96 mm; im Böhmerwald erreichten die Beträge ebenfalls fast 100 mm, im westlichen Südbayern blieben die höchsten Niederschlagsmengen im allgemeinen unter 50 mm, in Nordbayern sogar unter 20 mm[1]).

2. Die Summe der Niederschlagsmessungen vom 18. und 19. August 1888 ergab im westlichen Südbayern höhere Beträge als im östlichen. Es handelte sich nämlich um eine NE-SW-Zunahme der Niederschlagsmengen. Die Beträge beliefen sich indes dort nur auf über 30 mm. Dieses geringe Mass erklärt sich neben dem raschen Abzug der Depression dadurch, dass die Depression die Vb-Bahn nicht weiter nach N verfolgte und dadurch nicht gefährlicher werden konnte.

3. Die Niederschlagsmessungen vom 2. und 3. September 1888 lieferten in Nordbayern nicht einmal 10 mm, in Südbayern dagegen von der Donau ab bis zu den Alpen das 4—10fache. Die grössten Summenbeträge lagen, was Ausdehnung anlangte, westlich der Isar, von NE nach SW zunehmend; die absolut grössten Mengen massen jedoch Stationen im SE, so Traunstein 91 mm. Die Station auf dem Wendelstein verzeichnete sogar über 120 mm.

4. Die ebenfalls zweitägige Summe vom 28. und 29. Juli 1889 ergab für die ganze südliche Hälfte Süd-Bayerns nicht unter 20 mm; dies war auch der Fall in Nord-Bayern für das Gebiet östlich der Naab; der westliche Teil Nord-Bayerns verzeichnete aber nur unter 10 mm; die grössten Niederschlagsmengen, was Betrag wie Flächenausmass betrifft, befanden sich im SW Süd-Bayerns (NE-Winde!); die Beträge überschritten aber hier nur 30 mm im Durchschnitt; Ottobeuren mass 40 mm; über 60 mm meldeten dann noch einige Stationen im Gebirge. Für die geringen Niederschläge war massgebend, dass die Depression einen weit östlich gelegenen Weg zog.

5. Die am 3. Oktober 1889 gemessenen Niederschlagsmengen ergaben eigentümlicherweise als Hauptregengebiet von Bayern den Bayerischen Wald und den Böhmerwald. Die Beträge beliefen sich hiebei auf 10 bis über 30 mm.

[1]) Für die Fälle 1—7 standen nur die bayerischen Stationen zur Verfügung, die damals selbst wieder nur eine kleine Anzahl ausmachten.

Der eintägige Regen erklärt sich aus dem raschen Zug der Depression, die Lage des Hauptregengebietes aus der seltenen Richtung des Depressionszuges nicht wie üblich zur Ostsee, sondern nach NW zur Nordsee

6. Die Niederschlagsperiode von Anfang September 1890 umfasste die Messungen vom 1.—5. September früh. Die lange Dauer des Niederschlags, der in Süd-Bayern im Laufe der Regenperioden sowohl eine NE-SW- als eine NW-SE-Zunahme aufwies, machte sich in grossen Niederschlagssummen geltend.

In ganz Südbayern gingen dieselben nicht unter 80 mm herunter. Die höchsten Beträge waren im SW anzutreffen mit im allgemeinen über 130 mm (Kempten hatte sogar über 200 mm gemessen), im östlichen Süd-Bayern wurden auf der Hochebene über 170 mm gemessen.

Im östlichen Nordbayern meldete Weiden 85 mm, Amberg 70 mm, Neunburg v. W. 38 mm und Rabenstein im Böhmerwald 37 mm; im westlichen Nord-Bayern dagegen konnten die vorhandenen Stationen im Durchschnitt nur unter 40 mm verzeichnen; die Stationen Würzburg, Kissingen, Markt Heidenfeld im NW Nordbayerns gaben nur 1.8, 0.2 und 0.1 mm an. Aschaffenburg konnte überhaupt keinen Niederschlag messen.

7. Die vom 4. Juni 8a – 8. Juni 8p 1892 gemessenen Niederschlagsmengen ergaben infolge der langen Regendauer ebenfalls hohe Beträge.

In Nordbayern massen 50 mm nur die Stationen Weissenburg und Amberg; Wolfstein im Böhmerwald meldete 69 mm. Im westlichen Nordbayern dagegen betrugen die Regensummen unter 40 mm.

Zum Unterschied von Nord-Bayern verzeichneten fast sämtliche Stationen von Süd-Bayern nicht unter 50 mm. Die hier nach SE zunehmenden Niederschlagssummen erreichten in den Stationen Hochkreuth, Traunstein und Salzburg über 200 mm. Im Traunseengebiet kamen noch grössere Regenmengen vor, so in Altaussee in den 4 Tagen nicht weniger als 284 mm.

8. Die Niederschlagssumme der Messungen vom 4.—8. März 1894 ergab in Süd-Bayern südlich der Linie Augsburg—Weihenstephan Beträge über 20 mm, die dann am Alpenrand auf über 40 mm anstiegen. In einer schmalen Zone über den Vorbergen zwischen Isar und Salzach kamen Summen von über 60 mm bis über 70 mm vor. Die Station auf dem Wendelstein meldete die etwas fragliche Menge von 185 mm. Im Gebirge selbst gingen die Beträge meist unter 50 mm herab.

Südbayern nördlich der Linie Augsburg—Weihenstephan und von Nordbayern der südwest-nordöstlich ziehende Jura sowie der Bayerische Wald und der Böhmerwald hatten im allgemeinen nur etwas über 10 mm aufzuweisen; nur die im Arbergebiet liegenden Stationen Bayrisch-Eisenstein und Lohberg verzeichneten 40 bezw. 58 mm. In der nordwestlichen Hälfte Nordbayerns waren die Beträge sehr gering. Die »0«-Isohyete verlief bereits nordwestlich Würzburg und Bamberg.

9. Wie die Niederschlagsperiode von Anfang März 1894 lieferte auch die Niederschlagsperiode vom 30. April bis 4. Mai 1896 in Anbetracht der frühen Jahreszeit ziemlich hohe Beträge; während aber in Nordbayern die Niederschlagssummen mit Ausnahme des südlichen Bayerischen Waldes und Böhmerwaldes, wo einzelne Stationen über 80 mm massen, im Durchschnitt unter 50 mm blieben und in der Breite von Erlangen bereits nur mehr 10 mm betrugen — der nordwestliche Winkel von Nordbayern mass überhaupt nur unter 5 mm, — hatte wieder ganz Südbayern nicht unter 50 mm zu verzeichnen. Südöstlich einer Linie Kaufbeuren—München—Eggenfelden erstreckte sich bis zum Alpenrand und bis zum Inn ein grosses Gebiet mit über 100 mm. Innerhalb desselben wies Benediktbeuern den grössten Betrag auf, 152 mm; im Nordosten Südbayerns hatte Eggenfelden 119 mm, im Südosten Hohenaschau 134 mm und Traunstein 128 mm gemessen. Im Gebirge aber waren die Niederschlagsmengen geringer als auf der Hochebene, nämlich unter 100 mm, und nahmen südwärts stetig ab; jenseits des Hauptkammes betrugen sie bereits wieder unter 50 mm.

10. Auch die vom 14. bis 17. Mai 1897 gemessenen Summen ergaben für den Monat Mai sehr hohe Beträge. Diese waren in Südbayern wieder bedeutend grösser als in Nordbayern. Während hier nördlich der ungefähren Breite von Erlangen die Summen unter 10 mm betrugen, hatte fast ganz Südbayern über 30 mm erhalten. Diesen Betrag summierten in Nordbayern nur die Kammgebiete des südlichen Böhmerwaldes, in dessen südlichstem Teil noch Beträge über 50 mm vorkamen. Die Niederschlagsmengen nahmen dann in Südbayern westöstlich und nordsüdlich zu. Im südöstlichen Winkel erreichten sie sogar eine Höhe von über 100 mm. So mass Hohenaschau 100 mm, Traunstein 103 mm, Salzburg 106 mm. Südlich der Kalkalpen nahmen die Beträge wieder ab. Jenseits des Hauptkammes traten bereits Stationen ohne messbaren Niederschlag auf.

11. Die vom 29. Juni bis 1. August 1897 zur Aufzeichnung gelangten beträchtlichen Niederschlagsmengen wiesen im allgemeinen in Nordbayern eine Zunahme von NW nach SE, in Südbayern eine solche von NW nach SE und von W nach E auf.

Während nun in Nordbayern die Regensummen westlich der Linie Ansbach—Bamberg rasch auf unter 10 mm abnahmen — Würzburg mass nur 3 mm und Kissingen 6 mm, Mittelsinn an der SE-Seite der Rhön 0 mm —, hatte in Südbayern nur das an der Donau liegende Leipheim unter 10 mm (7 mm) erhalten. Mass dann in Südbayern alles östlich der Loisach-Isar und östlich der Linie München—Ingolstadt über 60 mm, so wurde in Nordbayern von der 60-mm-Isohyete ein viel kleineres Gebiet eingeschlossen. Dasselbe lag östlich der Naab und wurde im S von der Donau begrenzt. In diesem Gebiet kamen grössere Summen erst wieder im Bayerischen Wald und im südlichen Böhmerwald vor. Dort hatte Oedwies am Fuss eines der höchsten Berge des Bayerischen Waldes, des Hirschensteins (1091 m), den grössten Betrag von allen bayerischen Stationen summiert, nämlich 253 mm, d. h. in 4 Tagen nicht weniger als $^1/_5$ des zehnjährigen Jahresmittels von 1893 bis 1902. Im bayerischen Teil des Böhmerwaldes wies Bayrisch-Eisenstein mit 208 mm das Höchstmass auf.

In Südbayern, wo die einzelnen höheren Regenbeträge viel grössere Flächen bedeckten als in Nordbayern, verzeichnete Eggenfelden 166 mm, d. h. mehr als den fünften Teil des Jahresmittels und das Zehnfache von dem, was gleichzeitig

Augsburg ungefähr in der gleichen Breite empfing (W-E-Zunahme des Niederschlags!). Östlich der Salzach stiegen die Beträge sogar auf über 250 mm an. Altaussee mass den Höchstbetrag (auf der Karte) mit 404 mm.

Die über dem Gebirge gefallenen Niederschlagsmengen erreichten ihr Maximum bereits über den Vorbergen und über den Kalkalpen. Dasselbe betrug in dem Gebiet zwischen Reichenhall und Waidring bis zu 250 mm, d. h. $^1/_6$ des Jahresmittels. Südlich jener Gebirgsregenzonen nahmen die Beträge wieder ab, jenseits des Alpenkammes verlief bereits die O-Isohyete.

12. Über die viertägige Niederschlagssumme, die vom 11. bis 14. September 1899 gemessen wurde, siehe S. 15.

13. Was die Niederschlagssumme der Periode vom 16. bis 19. Juni 1902 anlangt, so ist vorauszuschicken, dass Westbayern hiebei zum Teil von einer westlichen Depression beeinflusst wurde. Deshalb konnte auch das westliche Nordbayern so ziemlich dieselben Beträge aufweisen wie das östliche Nordbayern, das sich sonst stets durch höhere Summen auszeichnete. So mass denn ganz Nordbayern südlich vom Main bis zum Bayerischen Wald und südlichen Böhmerwald über 20 mm.

Die beiden letzteren sowie ganz Südbayern waren hingegen wieder mehr überregnet. Sie zeigten sich nämlich von der 30-mm-Isohyete eingeschlossen. Während dort in den beiden Gebirgen einzelne Stationen über 80 bis 100 mm meldeten, wurden im westlichen Südbayern, wo die Niederschlagsmenge von N nach S zunahm, im unmittelbaren Alpenrandgebiet Beträge bis über 70 mm erreicht; im östlichen Südbayern fand die Niederschlagszunahme von W nach E statt. Das Maximum von über 70 mm wies hier eine in der Mitte schmale, aber im N und S sich verbreitende Zone auf, welche ungefähr an der Ostgrenze Südbayerns lag. Östlich derselben nahmen die Niederschläge ebenfalls von W nach E wieder ab. Die höchsten Beträge summierte eine Gebirgszone, die etwa von Mittenwald ost-nord-ostwärts bis Traunstein sich erstreckte und Beträge bis über 100 mm aufwies. Südlich jener Zone massen die Gebirgsstationen wieder geringere Beträge. Jenseits des Alpenkamms gingen die Summen bereits unter 10 mm herab.

14. Die Niederschlagsmessungen vom 9. bis 11. Juli 1903 ergaben gleichfalls Niederschlagssummen, die in Südbayern um ein Vielfaches grösser waren als in Nordbayern. Während hier mit Ausnahme der östlichen Randgebirge, sowie der Rhön, des Steigerwaldes und einiger kleiner Inselgebiete auf dem Jura die Summen durchwegs unter 10 mm lagen, hatte ganz Südbayern über 10 mm erhalten, $^2/_3$ davon mehr als über 20 mm. Über 20 mm wies in Nordbayern nur die Rhön auf, wo Rhönhaus 31 mm mass, dann der Frankenwald und das Fichtelgebirge; hier meldeten Warmensteinach und Bischofsgrün ebenfalls über 30 mm. Von der 20-mm-Isohyete wurden in Nordbayern schliesslich noch der Bayerische Wald und der südliche Böhmerwald eingeschlossen. In beiden Gebirgen nahm die Regensumme gegen SE zu; im mittleren Teil des südlichen Böhmerwaldes kamen Beträge von über 50 bis über 70 mm vor; im Bayerischen Wald hatte Oedwies 50 mm gemessen.

Auf der südbayerischen Hochebene, auf der die Niederschlagszunahme ebenfalls von NW nach SE erfolgte, lagen bereits östlich der Isar meist Werte von über 30 mm, östlich einer Linie Chiemsee—Eggenfelden solche von über 40 mm, um dann jenseits des Inn rasch auf 50, 60 bis über 100 mm anzusteigen. Die grössten Beträge wurden jedoch am Alpenrand und über den ersten Vorbergen gemessen. Von der Loisach an begannen hier die Beträge nach E zu von 30 mm aufwärts rasch anzusteigen; östlich der Isar wurden bereits Beträge von über 70 mm erreicht. In dieser Zone, die nach E zu sich verbreitete, kamen dann Inselgebiete von 100—130 mm vor. Um Altaussee im Traunseengebiet ergaben sich sogar Summen von über 200 mm. Altaussee hatte 260 mm gemessen. Weiter südlich gegen das Gebirge nahmen die Niederschlagsmengen wieder ab, jenseits des Alpenkamms verlief in einigem Abstand davon bereits wieder die O-Isohyete. Als ein besonderer Regenherd kam das westliche Algäu und Vorarlberg in Betracht, das im allgemeinen über 40 mm aufwies und am Westrand gegen den Bodensee und Rhein hin solche von über 60 mm meldete.

Bei den folgenden drei nicht genetisch untersuchten Niederschlagsperioden, welche aus den synoptischen Wetterkarten entnommen wurden, ergab sich auch eine bedeutend grössere Überregnung Südbayerns gegenüber Nordbayern.

15. So mass vom 2. bis 4. September 1881 Würzburg nur 7,5 mm, Bamberg 3,2 mm, Bayreuth 5,1 mm, Ansbach 3,6 mm, Amberg 6,2 mm, dagegen in Südbayern Augsburg schon 43,2 mm, Weihenstephan 45,2 mm, Hohenpeissenberg 128,1 mm, Rosenheim 63,8 mm, Bad Kreuth 107,6 mm und Traunstein 89,4 mm; die höchsten Beträge wiesen Kempten auf mit 145,1 mm und Lindau mit 195,8 mm. Diese Maximalsummen im SW Südbayerns sind auf die am ersten Hauptniederschlagstag stattgehabte Niederschlagszunahme von NE nach SW zurückzuführen (NE-Winde!).

16. In der Niederschlagsperiode vom 31. August bis 3. September 1910 konnte Kahl nur 3 mm, Rohrbrunn 0 mm, Würzburg 2 mm, Rothenburg 4 mm, Weissenburg 2 mm und Ingolstadt 8 mm messen, dagegen in Südbayern Weihenstephan 31 mm, Haag 68 mm, Traunstein 234 mm und Reichenhall 169 mm. An das niederschlagsreiche Südbayern schloss sich auch damals wieder der Bayerische Wald und der südliche Böhmerwald an, die Beträge bis über 60 und über 70 mm aufweisen konnten.

17. Einen bedeutenden Unterschied in den Niederschlagsmengen von Nord- und Südbayern ergab auch die Niederschlagsperiode vom 19. bis 21. Mai 1911. Damals konnten viele Orte westlich des Jura überhaupt keinen Niederschlag messen. Von Nordbayern wiesen die grössten Mengen wieder der Bayerische Wald und der südliche Böhmerwald auf, aber auch nur im Durchschnitt Beträge unter 10 mm; nur einzelne Stationen im Kammgebiet des letzteren meldeten über 10 mm. Von Südbayern verzeichnete im allgemeinen der ganze südliche Teil über 10 mm; im östlichen Teil der Hochebene kamen bereits Summen bis über 30 mm, im unmittelbaren Alpenvorland solche über 80 mm vor; Traunstein mass 97 mm. Noch höhere Beträge lagen über den bayerischen Alpen, nämlich über 100 mm; Hohenaschau und Marquartstein im SE konnten sogar über 150 mm summieren.

Von den untersuchten Fällen ergaben naturgemäss die länger dauernden Perioden die grösseren Niederschlagsmengen. Jene Fälle, bei denen es sich wie bei den Beispielen von 1888 und 1889 um rasch vorüberziehende Depressionen handelte, wurden weniger gefährlich.

Hinsichtlich der Jahreszeit übertrafen an Niederschlagsergiebigkeit die Sommer- und Herbstfälle diejenigen des Frühlings um ein bedeutendes Mass. Das Maximum von allen Niederschlagsperioden lieferte die von Mitte September 1899.

Hauptursachen der grossen Niederschläge und ihrer Verteilung.

Die eben mitgeteilten Niederschlagsmengen sind dadurch charakteristisch, dass sie meist die grössten waren von allen Regenmengen, welche die einzelnen Regenperioden bei den verschiedenen Wetterlagen des Jahres für Bayern ergaben. Der behandelte Wettertypus gehört daher zu den gefährlichsten für Bayern, darf vielleicht sogar als der gefährlichste bezeichnet werden, da sehr grosse Gebiete von den gewaltigen Niederschlägen betroffen werden.

Ein Hauptgrund für den gefährlichen Charakter der Wetterlage dürfte darin liegen, dass die Vb-Zugstrasse von allen Zugstrassen diejenige ist, welche Bayern am nächsten liegt. Damit ist die Bedingung für eine besonders heftige Luftbewegung gegeben und in nächster Folge für eine besonders ergiebige Luftzufuhr.

Besonders grosse Niederschläge ergeben sich aber erst dann, wenn die reichlich zugeführte Luft auch einen hohen Feuchtigkeitsgehalt aufweist. Das war nun bei unseren Wetterlagen vor allem dann der Fall, wenn die feuchten Luftmassen über den nördlichen Meeren in den Wirkungsbereich der Ostdepression gezogen wurden, also keine nördliche Depression jene feuchte Luftzufuhr abschnitt. Es begann dann im Zusammenhang damit auch die Zeit der Hauptniederschlagstage.

Ein weiterer bedeutender Umstand war folgender: Während für Bayern bei den durch N-Depressionen bedingten Schlechtwetterlagen die regenbringenden Winde neben NW noch SW und W sind, handelt es sich bei den durch die Ostdepressionen bestimmten Wetterlagen fast ständig um N- und NW-Winde, d. h. um eine Windrichtung, welche gegen die Hochebene und die Alpen gerichtet ist, also dadurch besonders günstige Bedingungen zum Aufsteigen vorfindet.

Damit hängt nun vor allem zusammen, warum gerade Südbayern bedeutend grössere Niederschlagsmengen erhielt als Nordbayern. Dieses weist nämlich im Gegensatz zu Südbayern mit jenen Luftströmen meist gleichgerichtete orographische Verhältnisse auf. Die Alpenmauer aber engte gewissermassen den Regenraum des Depressionsgebietes ein, so dass auf dem Gebiet zwischen Donau und Alpen all die Feuchtigkeit abgeladen wurde, welche eigentlich einem viel grösseren Teil des Depressionsgebietes zugekommen wäre.

Die im Alpenvorland konstatierten gewaltigen Niederschlagsmengen ergaben sich aber nicht allein aus ihrem Charakter als reine Geländeregen. In diesem Fall wären die Isohyeten mehr in Übereinstimmung mit den Isohypsen gewesen und hätten die Niederschlagsmengen im W und E des Alpenvorlandes sich annähernd gleichmässig verhalten. Es stellte sich vielmehr heraus, dass der Osten Südbayerns und die anschliessenden österreichischen Gebiete wieder eine viel grössere Überregnung aufwiesen als der Westen. Als Grund fanden wir, dass in dem Winkel zwischen Alpen und Böhmerwald gewissermassen zwei Luftströme zusammenkamen, neben dem nordwest-südöstlichen von Nordbayern ein westöstlicher von Südbayern, welcher nichts anderes bedeutete als durch die Alpenmauern nach E abgelenkte Luftmassen. Diese Ablenkung von Luftmassen war nun die Ursache, dass in jenem Winkel die Luftzufuhr am grössten war. Hier förderte also die Niederschlagsergiebigkeit nicht nur der erst erwähnte Steigungsvorgang der Luftmassen, sondern auch noch eine besonders ausgeprägte Anstauung derselben, die ihrerseits den Steigungsvorgang noch weiter erhöhte.

Die Wirkung der Luftanhäufung beschränkte sich aber nicht nur auf das eigentliche Gebiet zwischen Alpen und Böhmerwaldausläufer, sondern machte sich auch auf die einengenden Schranken selbst geltend, neben dem Gebiet der Kalkalpen auch auf den Bayerischen Wald und den südlichen Böhmerwald. Darnach ist es erklärlich, warum diese Gebiete bei den meisten Niederschlagsperioden mit den südbayerischen Verhältnissen fast gleich grosse Regenmengen aufwiesen gegenüber den übrigen Gebieten Nordbayerns.

Da nun jene so gewaltige Niederschlagsmengen liefernde Luftanhäufung am Nordfuss der Alpen sich stets auch im Isobarenverlauf ausprägte, nämlich in dem dort nach E gerichteten Luftdruckkeil, hatte der Verfasser der Schlussbetrachtungen über die Hochwasserkatastrophe vom September 1899 (Beiträge zur Hydrographie Österreichs Heft 4 Seite 161) nicht unrecht, wenn er einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten des Hochdruckkeils und den Hochwasserkatastrophen des Donaugebietes vermutete.

In Hellmanns Werk wurde nun auch auf dessen Äusserungen Bezug genommen. Da aber hier der Luftdruckkeil ganz oder grösstenteils auf den Temperaturgegensatz zwischen N- und S-Seite der Alpen, und nicht auf Luftstauung zurückgeführt wird, wird die gegenteilige Ansicht vertreten, dass nämlich der Luftdruckkeil keinen Einfluss auf die Vermehrung der Niederschläge besässe (7. S. 203). »Dies geht schon daraus hervor,« steht dort weiter geschrieben, »dass das Bestehen eines Keiles keineswegs immer auch von starken Niederschlägen im Alpengebiet begleitet ist, wie z. B., um nur einige Fälle zu erwähnen, in den Tagen vom 27. bis 29. Juli 1889, am 13. Juni 1894, 7. Oktober 1901, 14. Juni 1902, 7. Juli 1903.«

Die Beispiele, die hier gegen die Bedeutung des Luftdruckkeils als niederschlagförderndes Moment angeführt werden, sind jedoch nicht stichhaltig. Denn bei sämtlichen handelt es sich um Luftdruckkeile zwischen einer Depression nördlich der Alpen und einer solchen südlich derselben. Bei den durch die Ostdepressionen bedingten Hochwasserregentagen waren aber die Luftdruckkeile ganz anderer Entstehung. Hier kam ein einziges grosses Tiefdruckgebiet im E der Alpen in Betracht, welches meist im W und N vom Hochdruck umgeben war. Der gewöhnliche Isobarenverlauf auf der Westseite des Tiefs wurde nun durch die Alpen so gestört, dass am Nordrand derselben die Isobaren ein keilförmiges Ausbiegen nach E zeigten. (Siehe Textfigur 2 auf S. 18.)

Diese Erscheinung musste aber als ein Produkt der Stauung der Luftmassen am Alpenrand und als solches als ein besonders niederschlagförderndes Moment betrachtet und somit die Ansicht jenes Verfassers bestätigt werden.

Hochwasser.

Die bedeutenden Regenmengen, welche die behandelten Ostdepressionen in sehr kurzer Zeit verursachten, hatten naturgemäss zur Folge, dass die Bäche und Flüsse der betroffenen Gebiete schnell anschwellen und Hochwasser führen mussten. Diesen Vorgang förderte besonders der Umstand, dass der eigentlichen Hauptregenperiode meist eine Periode heftiger Gewitterregen vorherging, durch welche bereits der Boden ziemlich durchfeuchtet wurde, so dass sich dieser für die nachfolgenden Starkregen nicht mehr genug aufnahmefähig zeigte.

Gefährliche Hochwasser verursachten jedoch nur die mehrtägigen Sommer- und Herbstniederschlagsperioden, die Frühjahrsfälle vor allem deshalb nicht, weil die ihnen entsprechenden Hauptniederschlagsgebiete auf die relativ wenig geneigte Hochebene zu liegen kamen, welche nicht so schnelle Abflussbedingungen bot, wie dies der Fall war bei den in den Alpen zum Ausdruck kommenden maximalen Regengebieten der Sommer- und Herbstfälle. Auch reichten die Frühjahrsfälle, was Niederschlagsintensität anlangt, nicht an jene der Sommer- und Herbstfälle.

Hochwassergefahr bestand den Niederschlagsverhältnissen entsprechend vor allem nur für Südbayern, Nordtirol und das österreichische Alpenvorland.

Von Nordbayern, das gewöhnlich nur in seinem östlichen Teil grössere Regenmengen aufwies, hatte Hochwassergefahr nur der Bayerische Wald und der südliche Böhmerwald, und zwar besonders bei den Fällen mit NW und N als Hauptwindrichtung. Dagegen blieb dieses Ausnahmegebiet Nordbayerns auch von Hochwasser verschont, wenn es sich hauptsächlich um NE-Winde handelte. Es befand sich nämlich dann im Lee des Böhmerwaldkammes und erhielt deshalb nur geringe Niederschlagsmengen.

Da das östliche Nordbayern eine Hydrographie mit schwachem Gefälle aufweist, so reichten die dort gefallenen Regenmengen hin, um auch dort meistens die Flüsse über ihre niedrigen Ufer treten zu lassen. Freilich erreichten sie dann nicht den Verwüstungscharakter wie die Flüsse Südbayerns und des österreichischen Alpenvorlandes mit ihrem starken Gefälle und ihrer mächtigen Wasserführung.

Von Hochwasser frei war dagegen stets das westliche Nordbayern, das Maingebiet im Gegensatz zum Donaugebiet[1]).

Was die Hochwassererscheinungen in dem besonders heimgesuchten Südbayern und den östlich angrenzenden Gebieten anlangt, so kamen sie entsprechend den verschiedenen Niederschlagsmengen natürlich in einer verschiedenen Stärke zum Ausdruck. Eine nähere Untersuchung würde eine Arbeit für sich bedeuten. Hier sei nur so viel angeführt, dass mit den Niederschlagsmengen auch die Hochwasserwirkungen der Gerinne, Bäche und Flüsse von den Kalkalpen bis zur Donau eine von W nach E zunehmende Steigerung erfuhren. Dazu kommt, dass die Hochwasserfluten der einzelnen Flüsse bei der nach E gerichteten Hydrographie sich immer mehr summierten.

Schlussbemerkung.

Zum Schlusse der Untersuchung sei noch auf die beachtenswerte Tatsache hingewiesen, dass die Verteilung der Starkregen, welche die behandelten Ostdepressionen verursachten, wesentlich abweicht von der Verteilung der mittleren Jahresniederschläge.

Diese nehmen in Südbayern im östlichen und im westlichen Teil von N nach S gegen das Gebirge zu. Der Osten und der Westen kommt hiebei im wesentlichen fast als gleichmässig überregnet zum Ausdruck. Bei den Starkregen der Ostdepressionen jedoch nahmen die Summen nicht nur auf dem Alpenvorlande, sondern auch über den Kalkalpen, dem Hauptregengebiet des Gebirges, von W nach E ganz wesentlich zu. Besonders deutlich zeigen dies die Niederschlagskarten vom September 1899 und die Tabelle II mit den Alpenrandstationen von W nach E.

Die Kenntnis der Verteilung der Hochwasserregen ist aber geographisch besonders deshalb wichtig, weil Gebiete mit besonderer Hochwasserneigung auch als Haupterosionsgebiete in Betracht kommen müssen. Dies gilt besonders dann, wenn es sich um derartige ausnehmende Starkregen handelt wie bei den behandelten Ost-Depressionen.

In dem Kampf zwischen den angreifenden und schützenden Faktoren, welche die Oberflächengestaltung einer Landschaft ausmachen (10. S. 173), bedeuten daher solche Hochwasserregen einen Angriffsfaktor grössten Massstabes. Deshalb bilden die durch die Ost-Depressionen verursachten Hochwasserregen ein wichtiges geographisches Moment Bayerns und in weiterer Beziehung des ganzen nördlichen Alpenvorlandes. Eine eingehende Erforschung ihrer Verteilung kann als eine wichtige geographische Aufgabe gelten.

---

[1]) Es ergibt sich also auch in wetterkundlicher Hinsicht die in vielen anderen geographischen Punkten (Höhenverhältnisse, Hydrographie, Klima, Bevölkerung) vorteilhafte Zweiteilung Bayerns in Main- und Donauland mit dem Jura als Grenze.

Literaturverzeichnis.

1. J. Hann, Lehrbuch der Meteorologie. 2. Auflage, Leipzig 1906.
2. G. Hellmann, Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten. 3 Bde. Berlin 1906 (Anhang: Regenkarte von Deutschland).
3. G. Hellmann, Der Wolkenbruch am 2./3. August 1888 im Gebiete des oberen Queis und Bober. Meteor. Ztschr. 1889. S. 19—21.
4. K. Singer, Die Witterung in Süddeutschland 1861—1890. Beobachtungen der Meteor. Stationen im Königreich Bayern. 1890, Heft 4 S. 34 ff.
5. Die Hochwasserkatastrophe des Jahres 1897 in Österreich. (Beiträge zur Hydrographie Österreichs, herausgegeben vom k. k. hydrograph. Zentralbureau, Heft II, Wien 1898).
6. Die Hochwasserkatastrophe des Jahres 1899 im österreichischen Donaugebiet. (Beiträge zur Hydrographie Österreichs, herausgegeben vom k. k. hydrograph. Zentralbureau, Heft IV, Wien 1900.)
7. G. Hellmann und G. von Elsner, Meteor. Untersuchungen über die Sommerhochwasser der Oder. Text und Atlas. Berlin 1911.
8. S. Passarge, Physiologische Morphologie. Mitteilungen der Geograph. Gesellschaft in Hamburg. Bd. XXVI, Heft 2, Hamburg 1912.

Erklärung der Zeichen auf den Niederschlagskarten.

Die unterstrichenen Stationen sind meteorologische Stationen;

die eingezeichneten Pfeile geben die Richtung der von jenen beobachteten Winde an;

die Befiederung der Pfeile bezeichnet die Windstärke (jeder Stärkegrad gleich einer Feder);

»u« bedeutet Wind am Boden, »o« bedeutet Wind (Wolkenzug) in der Höhe; wenn o = u angegeben ist, so ist Windrichtung oben und unten gleich;

zeitlich beziehen sich die Beobachtungen, wenn drei angegeben sind, auf 8 Uhr früh und 8 Uhr abends des Vortags und auf 8 Uhr früh des Datums der Niederschlagskarte; wenn vier Beobachtungen eingetragen sind, dann ist zwischen 8 Uhr früh und 8 Uhr abends des Vortags noch 2 p eingeschaltet; die Reihenfolge der Zeiten geht in der Anordnung der Zeichen von links nach rechts oder von oben nach unten; wurde zu einer Zeit kein Wind beobachtet (Windstille oder Wolkenzug nicht bestimmbar), so wurde ein kleiner Strich gesetzt; hatte eine Station überhaupt keinen Wolkenzug beobachtet, so kam hiefür gar keine Angabe in Betracht;

ein liegendes Kreuz bedeutet Schneefall;

ein Kreuz mit Punkt (ausser dem Punkt der Station) Regen und Schnee.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Vorwort 3

Material und Art der Untersuchung.

Einleitung 4
Thema 5
Beispiele 5
Die Anlegung der Niederschlagskarten 6
Die Untersuchung der Niederschlagskarten 8
Die Niederschlagsperiode von Mitte September 1899 9

Ergebnisse der Untersuchung.

Die Luftdruckverhältnisse 17
Die Windverhältnisse 18
Luftdruckkeil und die Luftstauung am Alpenrand 19
Charakteristik des Niederschlags 20
Die Niederschlagsverteilung 21
Hauptniederschlagsgebiete 24
Niederschlagswerte 25
Hauptursachen der grossen Niederschläge und ihrer Verteilung 28
Hochwasser 29
Schlussbemerkung 29

Literaturverzeichnis 30
Erklärung der Zeichen auf den Niederschlagskarten 30

Lebenslauf.

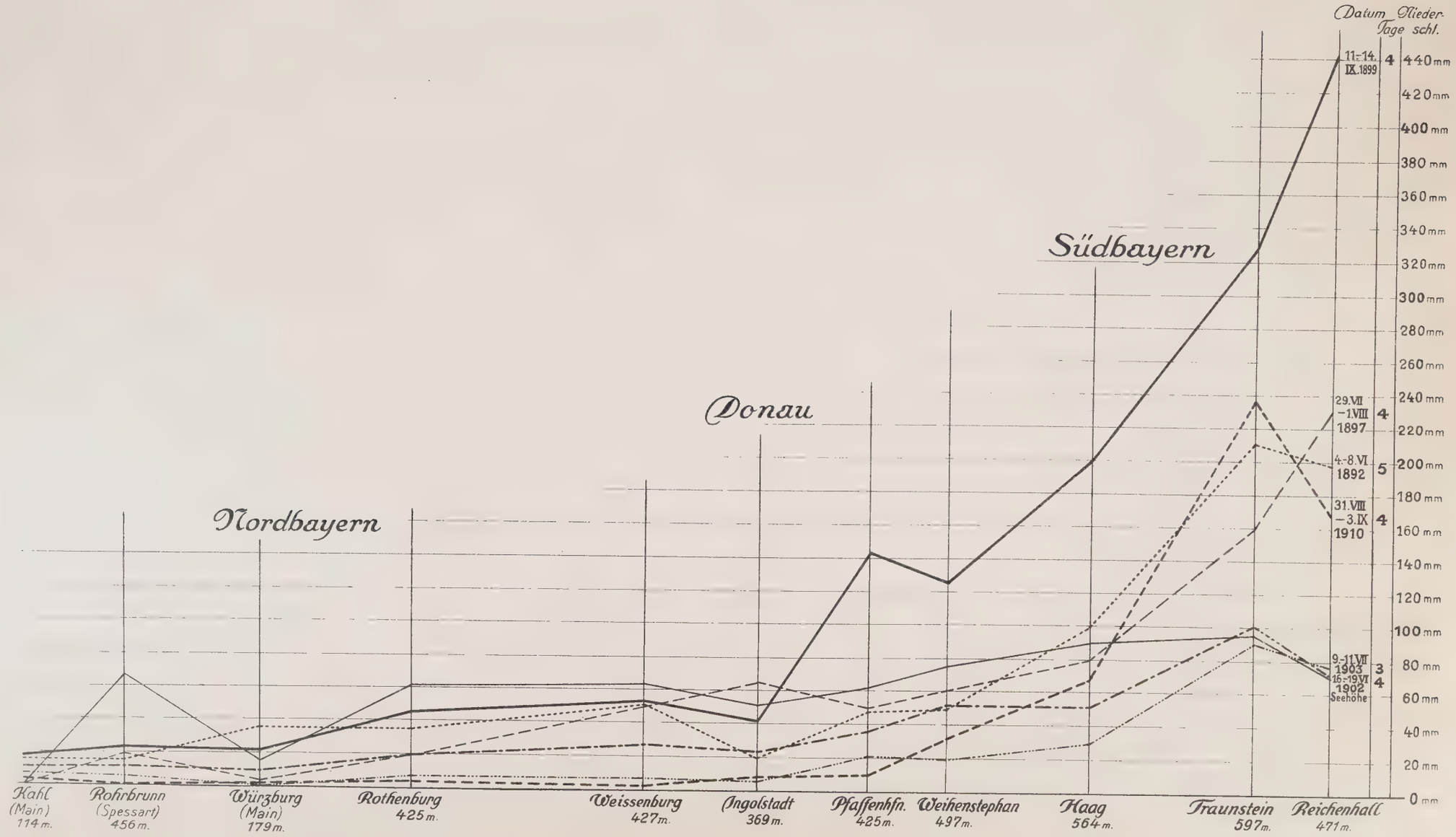
In München am 19. August 1885 geboren, besuchte ich hier die Volksschule bis zur 5. Klasse. Hernach absolvierte ich das Progymnasium in Schäftlarn und das Gymnasium in Rosenheim. Nach Ableistung meines Militärjahres studierte ich an der Universität und der Technischen Hochschule in München hauptsächlich Deutsche Sprache, Geschichte und Geographie. In diesen Fächern bestand ich im Herbst 1910 das Staatsexamen. Daraufhin besuchte ich im Schuljahr 1910/11 den pädagogisch-didaktischen Kurs an der Oberrealschule in München.

Vom W.S. 1911/12 bis S.S. 1914 war ich dann Assistent des Geographischen Instituts der Universität München bei Herrn Professor von Drygalski. Zu Ostern 1914 wurde ich zum Assistenten an der Oberrealschule in Nürnberg ernannt und dann vom 1. September 1915 ab zum Reallehrer an der Oberrealschule in Ludwigshafen befördert.

Seit August 1914 stehe ich als Artillerieoffizier im Felde. Hier habe ich auch die Durchsicht der Druckbogen besorgt.

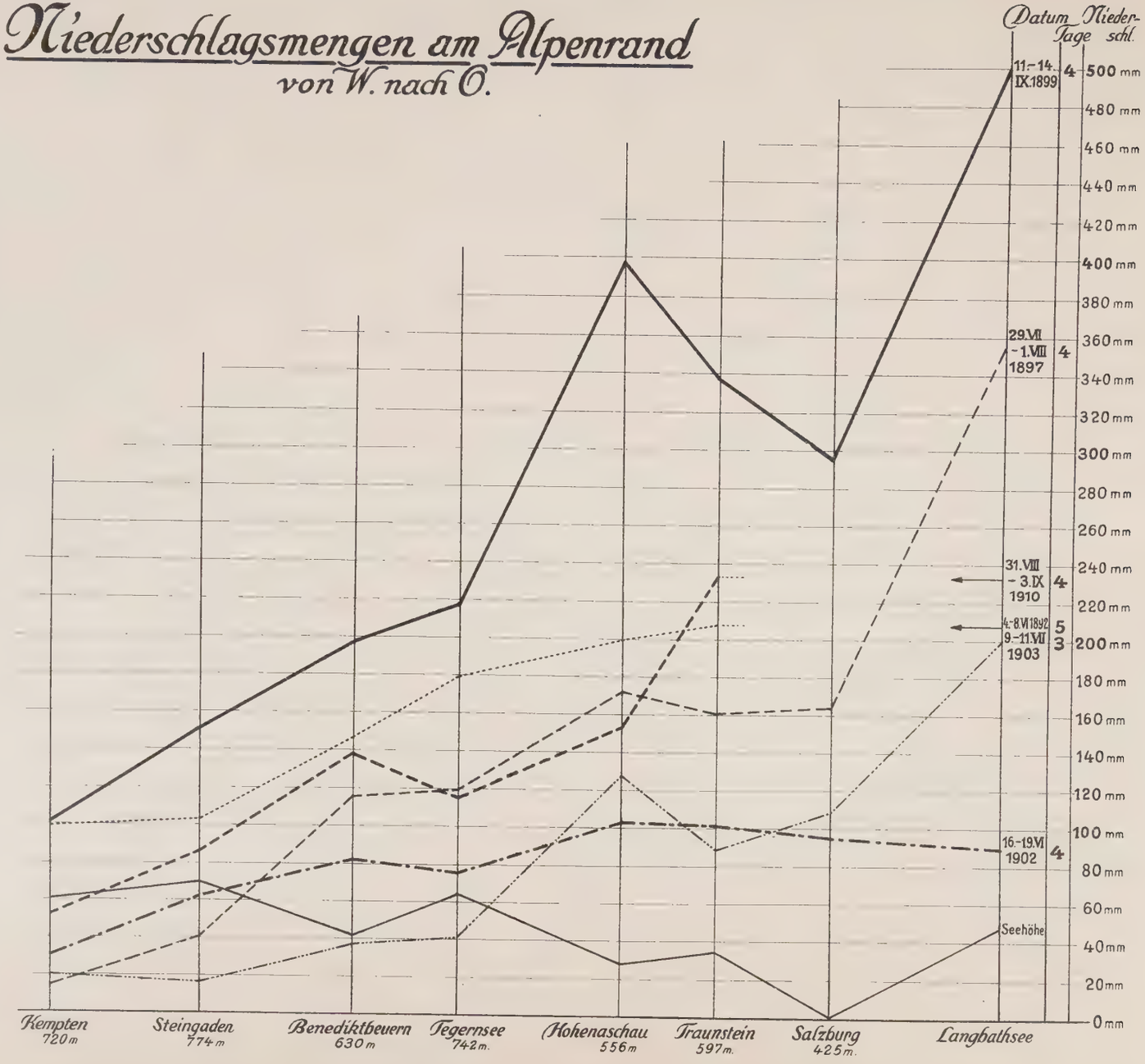
Nordfrankreich, im August 1915.

Niederschlagsmengen
von N.W. nach S.O.



Lith. Anst. v. Hubert Köhler, München.

Niederschlagsmengen am Alpenrand
von W. nach O.

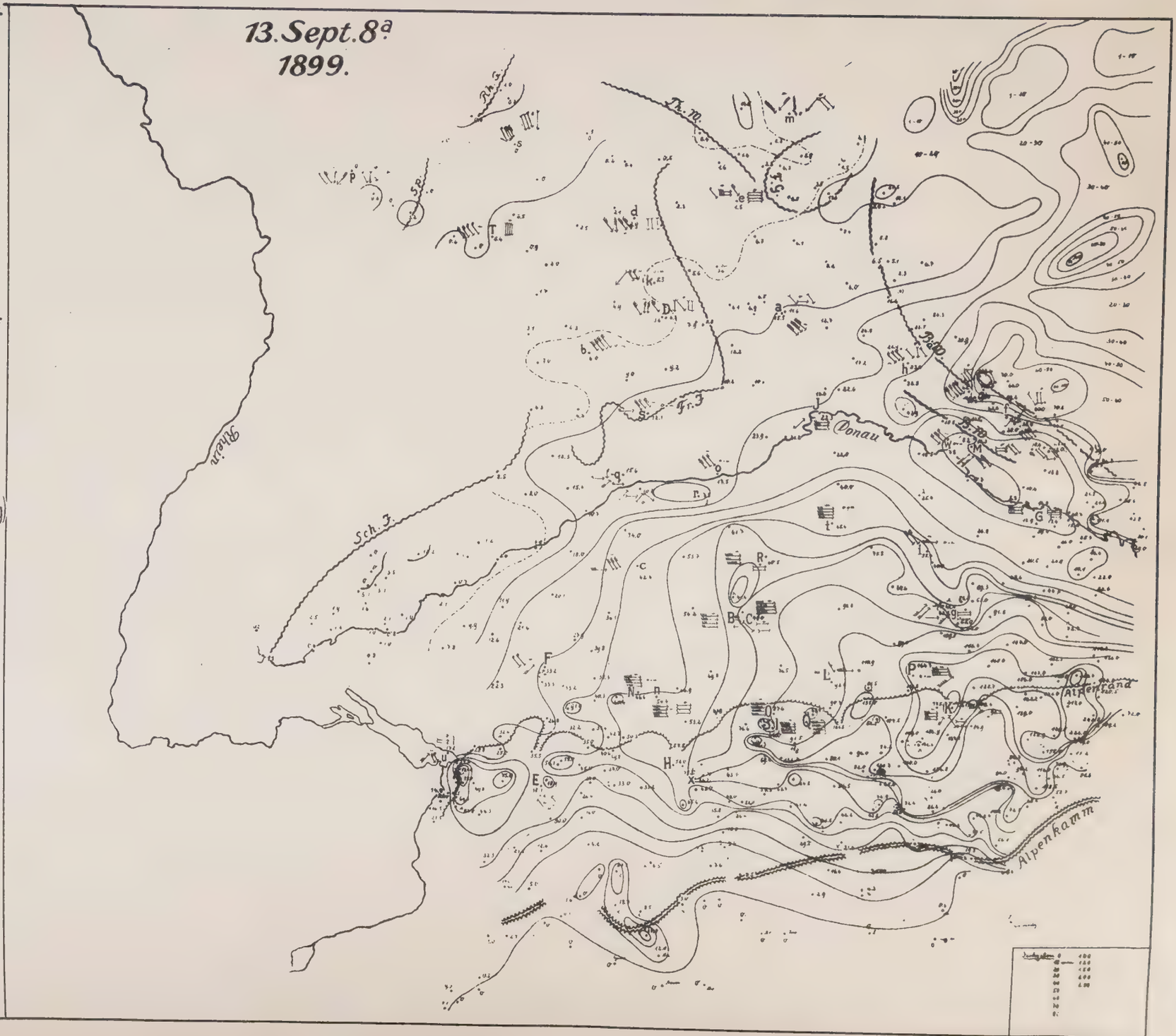


Lith. Anst. v. Hubert Köhler, München

Meteorolog. Stationen.

a Amberg
b Ansbach
c Augsburg
d Bamberg
e Bayreuth
f Buchenau
g Burghausen
h Cham
i Eggenfelden
k Erlangen
l Hirschberg
m Hof
n Hohenpeissenberg
o Jngolstadt
p Kahl
q Kaisheim
r Karlshuld
s Kissingen
t Landshut
u Lindau
v Mariahilfberg (Amberg)
w Metten
x Mittenwald

B München-Meteorol. Station
C München-Sternwarte
D Nürnberg
E Oberstdorf
F Ottobeuren
G Passau
H Partenkirchen
J Regensburg
K Reichenhall
L Rosenheim
M Schaufling
N Schongau
O Tegernsee
P Traunstein
Q Wendelstein
R Weihenstephan
S Weissenburg
T Würzburg

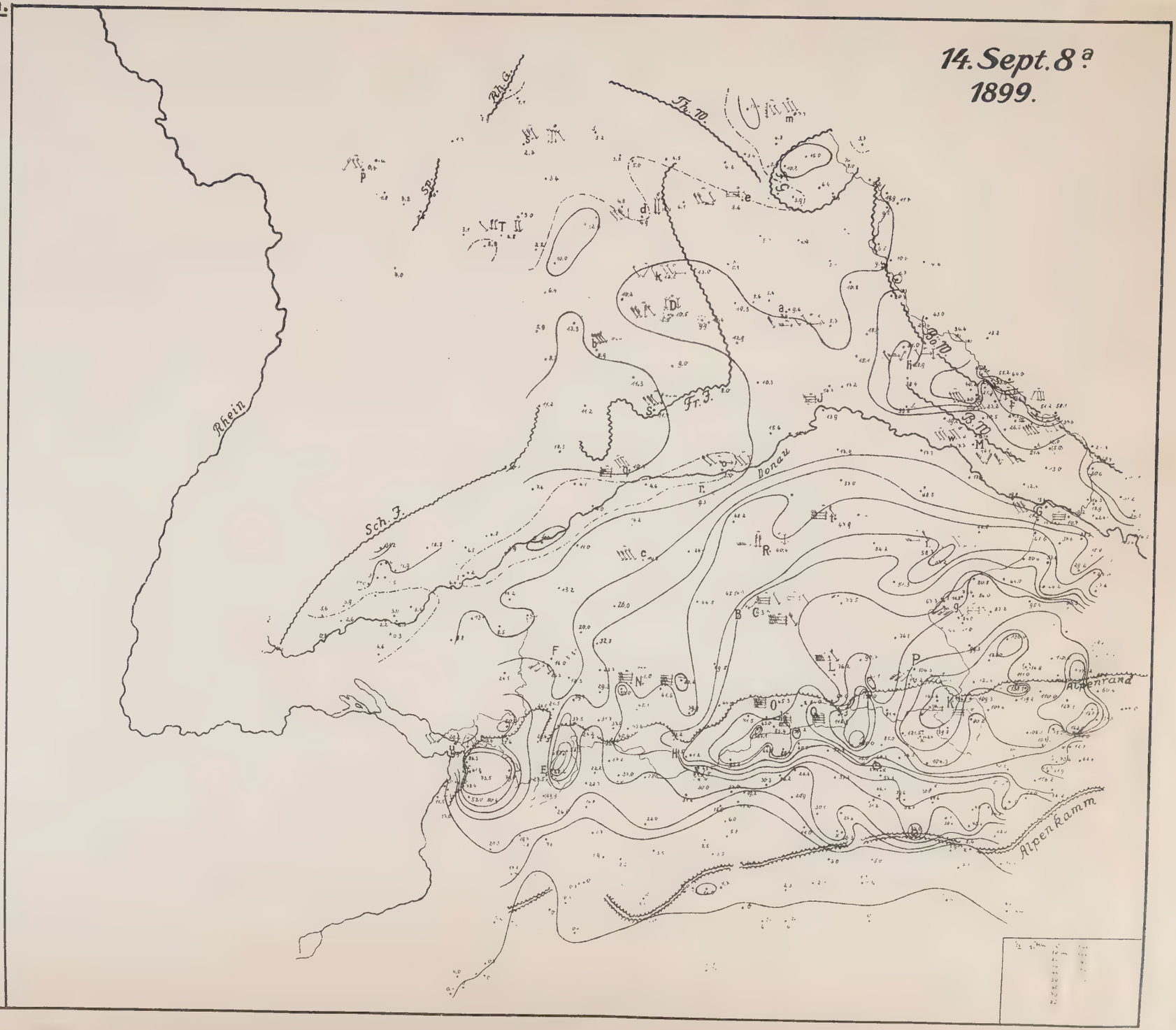


Lith. Anst. v. Hubert Köhler, München

Meteorolog. Stationen.

- a Amberg
- b Ansbach
- c Augsburg
- d Bamberg
- e Bayreuth
- f Buchenau
- g Burghausen
- h Cham
- i Eggenfelden
- k Erlangen
- l Hirschberg
- m Hof
- n Hohenpeissenberg
- o Jngolstadt
- p Kahl
- q Kaisheim
- r Karlshuld
- s Kissingen
- t Landshut
- u Lindau
- v Mariahilfberg (Amberg)
- w Metten
- x Mittenwald

- B München-Meteorol. Station
- C München-Sternwarte
- D Nürnberg
- E Oberstdorf
- F Ottobeuren
- G Passau
- H Partenkirchen
- J Regensburg
- K Reichenhall
- L Rosenheim
- M Schaufling
- N Schongau
- O Tegernsee
- P Traunstein
- Q Wendelstein
- R Weihenstephan
- S Weissenburg
- T Würzburg

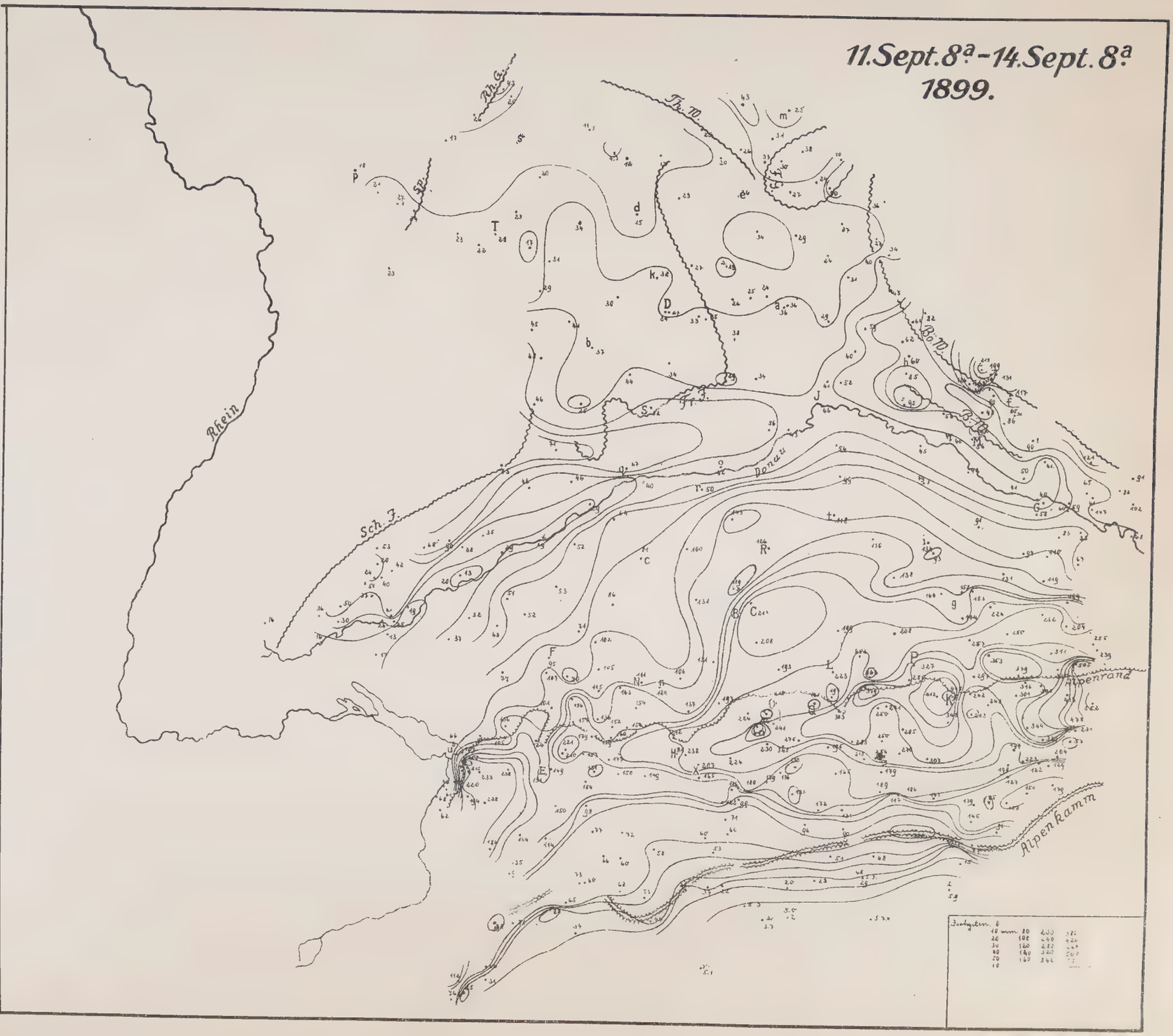


Lith. Anst v. Hubert Köhler. München

Meteorolog. Stationen.

- a Amberg
- b Ansbach
- c Augsburg
- d Bamberg
- e Bayreuth
- f Buchenau
- g Burghausen
- h Cham
- i Eggenfelden
- k Erlangen
- l Hirschberg
- m Hof
- n Hohenpeissenberg
- o Jngolstadt
- p Kahl
- q Kaisheim
- r Karlshuld
- s Kissingen
- t Landshut
- u Lindau
- v Mariahilfberg (Amberg)
- w Metten
- x Mittenwald

- B München-Meteorol. Station
- C München-Sternwarte
- D Nürnberg
- E Oberstdorf
- F Ottobeuren
- G Passau
- H Partenkirchen
- J Regensburg
- K Reichenhall
- L Rosenheim
- M Schaufling
- N Schongau
- O Tegernsee
- P Traunstein
- Q Wendelstein
- R Weihenstephan
- S Weissenburg
- T Würzburg

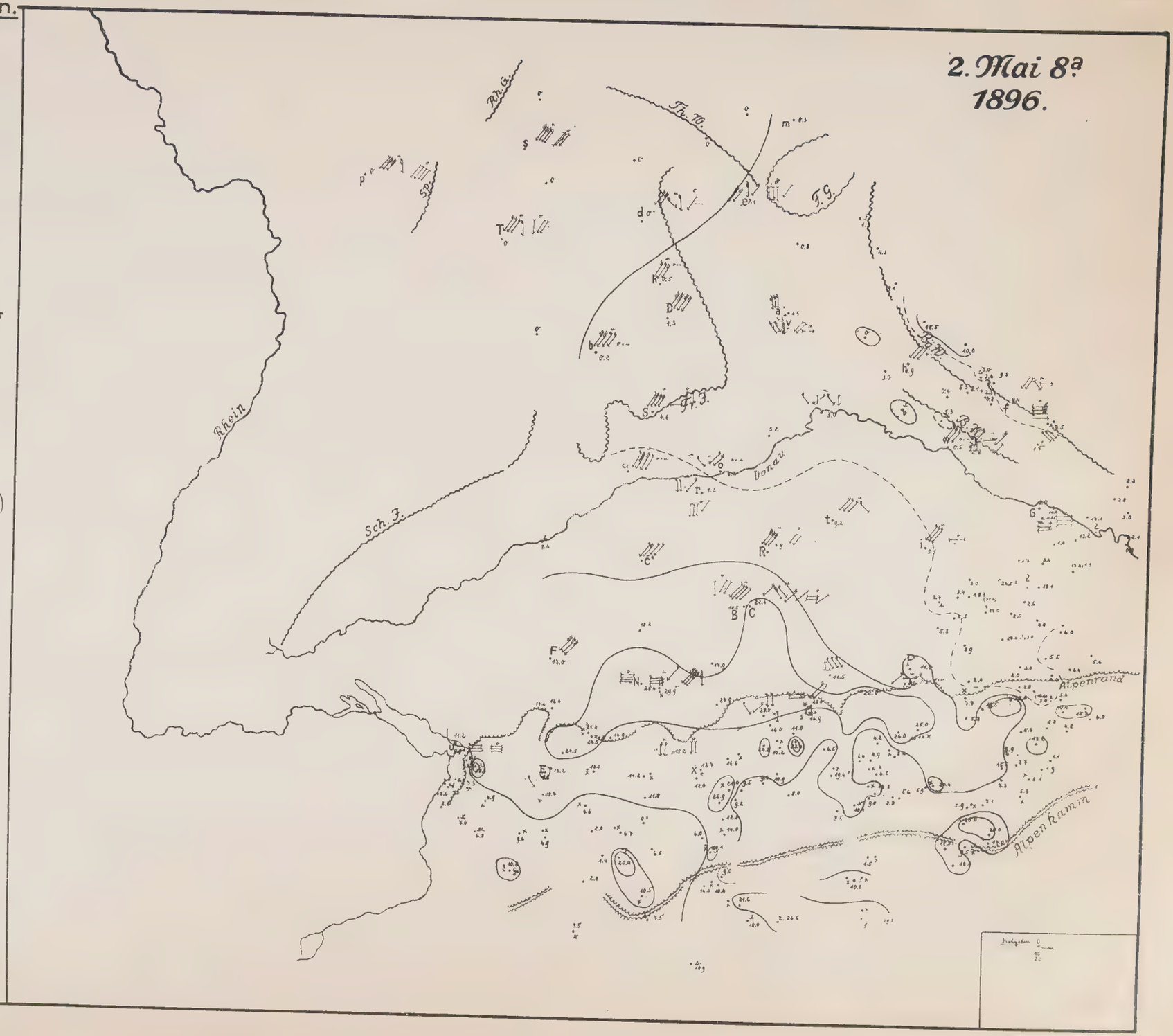


Lith. Anst. v. Hubert Köhler, München

Meteorolog. Stationen.

a Amberg
b Ansbach
c Augsburg
d Bamberg
e Bayreuth
f Buchenau
g Burghausen
h Cham
i Eggenfelden
k Erlangen
l Hirschberg
m Hof
n Hohenpeissenberg
o Jngolstadt
p Kahl
q Kaisheim
r Karlshuld
s Kissingen
t Landshut
u Lindau
v Mariahilfberg (Amberg)
w Metten
x Mittenwald

B München-Meteorol. Station
C München-Sternwarte
D Nürnberg
E Oberstdorf
F Ottobeuren
G Passau
H Partenkirchen
J Regensburg
K Reichenhall
L Rosenheim
M Schaufling
N Schongau
O Tegernsee
P Traunstein
Q Wendelstein
R Weihenstephan
S Weissenburg
T Würzburg

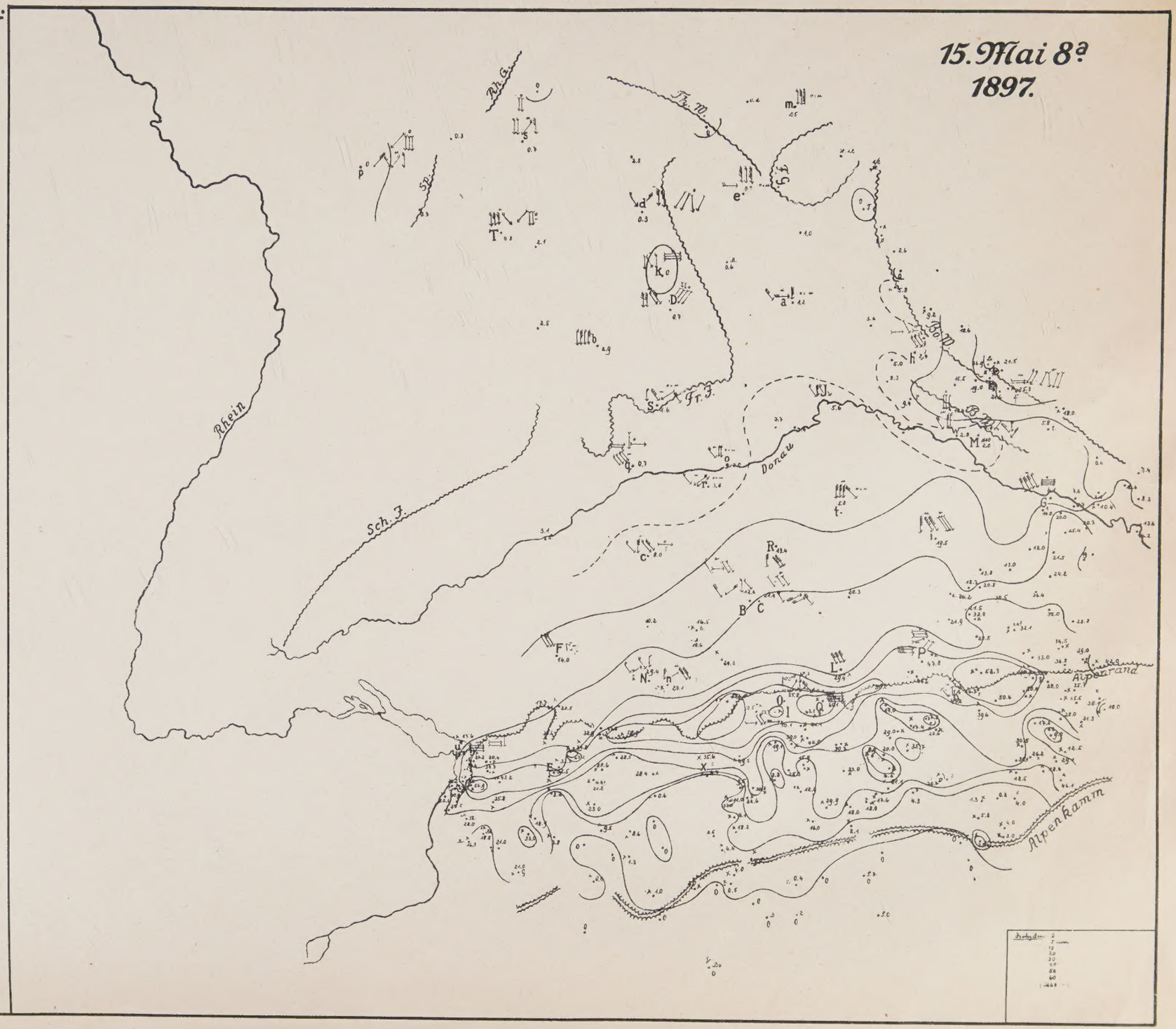


Lith. Anst v. Hubert Köhler, München

Meteorolog. Stationen.

a Amberg
b Ansbach
c Augsburg
d Bamberg
e Bayreuth
f Buchenau
g Burghausen
h Cham
i Eggenfelden
k Erlangen
l Hirschberg
m Hof
n Hohenpeissenberg
o Jngolstadt
p Kahl
q Kaisheim
r Karlshuld
s Kissingen
t Landshut
u Lindau
v Mariahilfberg (Amberg)
w Metten
x Mittenwald

B München-Meteorol. Station
C München-Sternwarte
D Nürnberg
E Oberstdorf
F Ottobeuren
G Passau
H Partenkirchen
J Regensburg
K Reichenhall
L Rosenheim
M Schaufling
N Schongau
O Tegernsee
P Traunstein
Q Wendelstein
R Weihenstephan
S Weissenburg
T Würzburg



Lith. Anst. v. Hubert Köhler, München.

E. Mühlthaler's Buch- und Kunstdruckerei A.G., München.